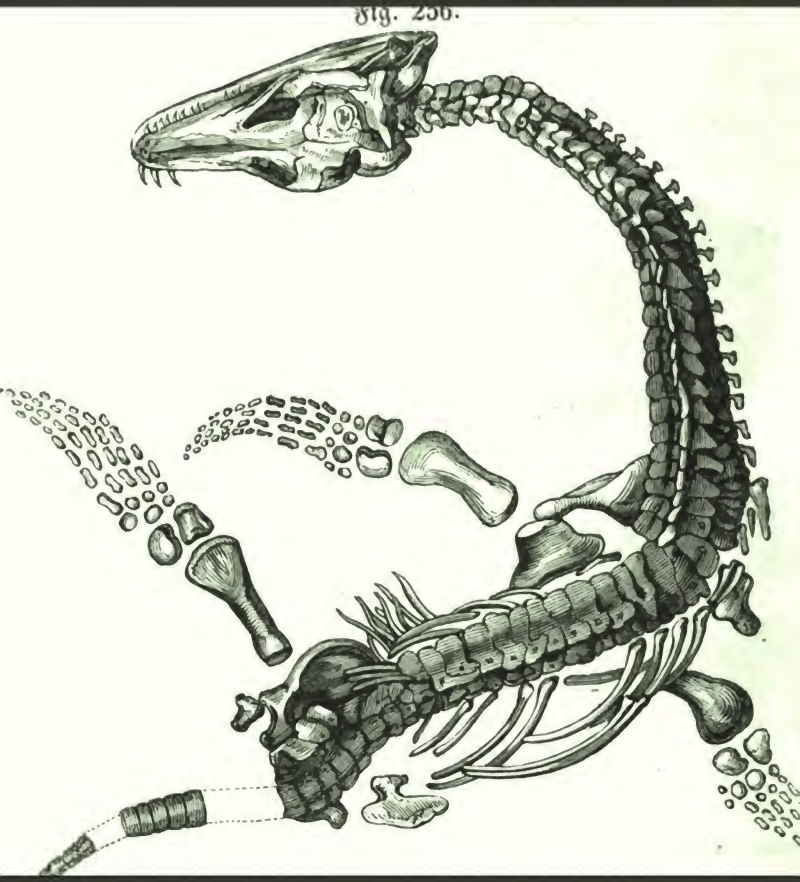
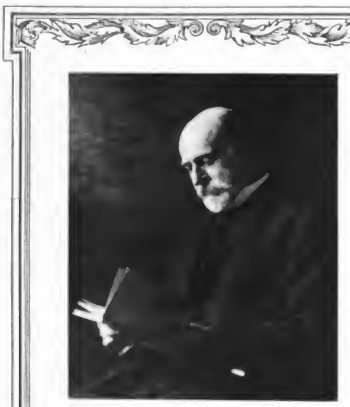


Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde

Karl Christoph Vogt, Léonce Elie de Beaumont

Digitized by Google



BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

RSITY LIBRARIES · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD UNIVER

Lehrbuch

der

Geologie und Petrefactenkunde.

Digitized by Google

Papier
aus der mechanischen Papierfabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

Digitized by Google

Lehrbuch

der

Geologie und Petrefactenkunde.

Zum Gebrauche bei

Vorlesungen und zum Selbstunterrichte.

Theilweise nach

L. Elie de Beaumont's

Vorlesungen an der Ecole des mines,

von

Dr. C. Vogt.

In zwei Bänden.

Erster Band.

Mit 388 Illustrationen in Holzstich.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1846.

Digitized by Google

550
V886
v.1

Digitized by Google

Vorrede.

Die Geologie hat in den letzten Jahrzehnden erstaunliche Fortschritte gemacht. Wenn früher die Liebe zum Wunderbaren einlud zum Sammeln der fossilen Körper, welche sich in den Schichten der Erde finden, und man sich begnügte, etwas Seltsames zu besitzen; wenn die verschiedene Bildung der Bergketten, Hügel und Thäler in älteren Zeiten nur zu Speculationen und Träumereien aufforderte; — so ist jetzt eine Periode eingetreten, in welcher man an der Hand der Erfahrung zuvörderst das Studium der durch die Natur gebotenen Thatsachen beginnt, ehe man über das Wesen und die Ursache der Erscheinungen sich auszusprechen wagt. Die Geologie ist eine Erfahrungswissenschaft geworden und wird es fernerhin bleiben; Thatsachen, genaue Beobachtungen müssen ihre Grundlage bilden, und wo diese in hinreichender Menge vorhanden sind, da hat sich auch stets die Theorie ungezwungen von selbst ergeben und unbestrittene Geltung erreicht. Viele Streitpunkte sind auf diese Art entschieden worden; andere werden ihre Erledigung in derselben Weise finden.

Die vielfachen Berührungspunkte der Geologie mit dem praktischen Leben haben dieser Wissenschaft einen weiteren Kreis von Freunden zugeführt, als vielen der übrigen Naturwissenschaften. Die Schätze, welche wir dem Boden in der Gestalt von Erzen, Kohlen, Salz u. s. w. abgewinnen, lehrt die Geologie aufsuchen; dem Ingenieur ist sie ebenso unentbehrlich als dem Landwirthe, und so lange der Mensch an den Boden gebunden sein wird, so lange wird auch die Geologie in nächster Beziehung zu ihm stehen, und gar oft als seine sichere Leiterin ihm hülfreichen Beistand leisten.

Nicht bloß die praktische Seite der Geologie aber hat allein das Recht, solche allgemeine Theilnahme sich zuzuschreiben, sondern das

Digitized by Google

allgemeine wissenschaftliche Interesse, welches ihr innewohnt, ihre Näherung an die Lösung von Fragen, welche mit den letzten und höchsten der Philosophie in inniger Beziehung stehen, mußte die Aufmerksamkeit Aller in Anspruch nehmen. Das Erscheinen des Menschengeschlechtes auf der Erde, der frühere Zustand unseres Planeten, seine allmähliche Entwickelung durch mancherlei Perioden bis zu seiner jetzigen Existenz; die Beziehung der Mythen und Traditionen zu den Katastrophen, welche ihn betroffen, zu den gewaltigen Ereignissen, deren Spuren wir noch heute in die Erdrinde eingegraben sehen; alle diese Fragen erlagen hier einer Untersuchung, welche ungetrübtere Resultate zu versprechen schien, als diejenigen Wege erwarten ließen, welche man bisher zu ihrer Lösung angebahnt hatte.

Die publicistische Thätigkeit hat dem allgemeinen Interesse, welches so vielfach in Anspruch genommen war, entsprochen; — jedes Jahr sieht eine Anzahl neuer Werke erscheinen, welche theils die Geologie im Ganzen, theils einzelne Gegenstände derselben behandeln.

Bei solchem Reichthume der Literatur das Erscheinen eines neuen Buches als durchaus nothwendig und wesentlich geboten erklären zu wollen, kann von Seiten des Verfassers nur als eine Ueberschätzung seiner Talente angesehen werden. Nur die Masse des Publikums kann durch den Antheil, welchen sie einem Werke gewährt, beweisen, daß dasselbe wirklich ein zeitgemäßes war; der Verfasser selbst trägt gar zu leicht sein persönliches Bedürfniß auf die Menge über. Ich werde darum nicht unternehmen, das Erscheinen des Buches rechtfertigen zu wollen, wenn ich gleich in der Einrichtung des geologischen Unterrichtes an Realschulen, Gymnasien und Universitäten, in der Verbreitung des Interesses an der Geologie und den Mängeln mancher vorhandenen Lehrbücher eine Menge Gründe finden könnte, diese Beweisführung siegreich durchzusetzen. Ueber diese Punkte möge, wie schon bemerkt, das Publikum selbst Richter sein.

Eine andere Frage ist aber die nach meiner persönlichen Berechtigung zur Unternehmung eines solchen Werkes, nach dem Antheile, den Andere an derselben genommen haben können und wirklich genommen haben. Hier glaube ich einige Erläuterungen geben zu müssen.

Digitized by Google

Ich brauche nur den Namen Agassiz zu nennen, um zu zeigen, daß ein jahrelanges, engeres Zusammenleben mit einem der ausgezeichnetsten Paläontologen unserer Zeit nicht ohne Einfluß auf meine Studienrichtung sein konnte. Es ward mir vergönnt, an den Untersuchungen über die fossilen Fische, sowie über die Gletscher und die Findlingsblöcke der Schweiz einigen Antheil zu nehmen, und hierdurch einen Ueberblick über die geologischen Verhältnisse der Schweiz zu gewinnen, welcher durch die häufigen Streifzüge im Jura und den Alpen in Begleitung unserer gemeinschaftlichen Freunde nur gefestigt werden konnte. Während so praktisch der Blick geübt wurde, erhielt die eigene Kenntniß des Allgemeinen manchen Zuwachs durch die mannichfaltigen Discussionen, welchen die oft kühnen Ansichten meines gelehrten Freundes sowohl in engeren als weiteren Kreisen unterworfen wurden. Das Bedürfniß, selbstständiges Urtheil in solchen Streitfragen zu besitzen, erregte Nachforschung in freier Natur, wie in der Bibliothek; — die Nothwendigkeit, unvorhergesehenen Angriffen nicht unvorbereitet gegenüber zu stehen, veranlaßte stets weitergreifende Untersuchungen. Und wie denn in der Geologie so wenig als in anderen Wissenschaften eine Frage, und sei sie auch noch so gering, isolirt stehen kann, wie sich überall Anknüpfungspunkte finden müssen mit dem großen Ganzen, welches die Wissenschaft bietet, so mußten auch hier die Fragen über die Gletscher und die erratischen Blöcke, über die Identität der Versteinerungen in verschiedenen Schichten u. s. w. stets Gelegenheit bieten, das Gesammtgebiet der Geologie bis in seine Einzelheiten zu durchforschen.

Die nähere Veranlassung zu der Herausgabe dieses Buches aber gaben die Vorlesungen Herrn Elie de Beaumont's an der Ecole des mines. Der Reichthum der Thatsachen, die consequente Behandlung des Stoffes, die lichte Klarheit der herrschenden Gedanken ließen mir sogleich diese Vorlesungen als ein Musterbild geologischen Unterrichtes erscheinen. Gehäufte Berufsgeschäfte verhinderten den ausgezeichneten Mann, auf eine gemeinschaftliche von ihm speciell überwachte Herausgabe dieser Vorlesungen einzugehen. Ich sah auch bald, daß eine solche für Deutschland theilweise den Zweck,

Digitized by Google

den ich mir vorstellte, verfehlen würde. Die Vorlesungen an der Bergwerksschule, obgleich öffentlich, sind dennoch speciell für die Ingenieure der Minen bestimmt, junge Leute, welche mit den in der polytechnischen Schule erworbenen Vorkenntnissen ausgerüstet, sich hier zu ihrem speciellen Fache vorbereiten. Der Unterricht der polytechnischen Schule beruht bekanntlich wesentlich auf mathematischer Basis. Entwickelungen dieser Art flicht auch Herr von Beaumont sehr häufig in seine theoretischen Betrachtungen ein. Manche Theile erhalten, in Berücksichtigung des besonderen Zweckes, eine größere Ausdehnung in diesen Vorträgen, als sie in einem für das allgemeine Publikum bestimmten Lehrbuche erhalten dürften. Die Paläontologie, als mehr getrennte Wissenschaft, wird nur nebenbei berührt; nur in ihren großen Zügen behandelt; jetzt sogar von einem Hülfslehrer besonders vorgetragen.

Während demnach einerseits die Anordnung des Stoffes, die Auswahl der erläuternden Beispiele in dem Lehrbuche durchaus dieselbe bleiben konnte, wie Herr von Beaumont sie in seinen Vorlesungen angenommen hat, und auch wirklich dieselbe geblieben ist, so mußten anderntheils nicht nur die Paläontologie weitläufiger behandelt, wie auch die neueren Gebilde mehr berücksichtigt werden, als an der Bergwerksschule geschieht. Nur in einigen Punkten bin ich von den Ansichten Elie de Beaumont's abgewichen; und diese betreffen nur solche, wo ich durch Antheilnahme an den Arbeiten von Agassiz mir eigene, meines Erachtens begründete Ansichten über diese speciellen Punkte verschafft hatte. Die Theorie der Fortschaffung erratischer Blöcke durch Gletscher und weit ausgedehnte Eismassen, welche ganze Länder bedeckten, hat an E. de Beaumont den vorragendsten Gegner gefunden; ich habe geglaubt, sie meiner Ueberzeugung gemäß darstellen zu müssen. Im Uebrigen hoffe ich, E. de Beaumont's Ansichten so wiedergegeben zu haben, wie sie wirklich sind, und dies dürfte denn auch das einzige Verdienst sein, welches ich mir bei diesem Buche zuschreiben könnte. Was man sonst Neues und Gutes darin finden möchte, gehört jenem großen Geologen an, dessen Namen jeder Zeit in der Geschichte der Wissenschaft glänzen wird.

Digitized by Google

Die Anordnung des in dem Lehrbuche enthaltenen Stoffes wurde so einfach als möglich gewählt. Nach einer Uebersicht der wichtigsten physikalischen Verhältnisse unseres Planeten, welche in geologischer Hinsicht besonders in Betracht kommen, giebt der erste Band die Beschreibung der einzelnen Felsarten und Gesteine, sowie eine Darstellung der geschichteten Ablagerungen und der wichtigeren, in denselben vorkommenden Versteinerungen. In dem ersten, geographisch-physikalischen Theile wird man keine vollständige Abhandlung über physikalische Geographie erwarten. Es sollte nur darauf aufmerksam gemacht werden, welche Theile in dieser Hinsicht vorzüglich in Betracht kommen, und diejenigen Fragen mußten specieller besprochen werden, welche für die Geologie von dem wesentlichsten Interesse sind. Hier zeichnet sich vor allen die innere Erdwärme und deren Verhältnisse zu früheren und noch fortdauernden Erscheinungen aus. E. de Beaumont behandelt diesen Abschnitt in seinen Vorlesungen mit all' den mathematischen Deductionen, welche Fourier, Poisson und er selbst hier angewandt haben; — ich habe geglaubt, nur die allgemeineren Resultate dieser scharfsinnigen Untersuchungen nach seiner Darstellung geben zu sollen.

Die Fossilien der geschichteten Ablagerungen verdienten wesentliche Berücksichtigung; nicht nur als Medaillen, welche dem Geologen die Epoche ihrer Ablagerung bestimmen helfen, sondern auch als Glieder einer langen, durch die Geschichte unserer Erde sich hindurchwindenden Schöpfungsidee, deren einzelne Productionen ebenso viele Phasen eines ansteigenden Entwickelungsganges andeuten. Es war unmöglich, bei der Unzahl von Versteinerungen auf die Charakteristik der Arten einzugehen; die Geschlechter, wenigstens die wichtigsten, wurden kurz charakterisirt und ein oder mehre wichtige Typen derselben in Holzstichen gegeben. Die Bereitwilligkeit der Verlagshandlung ließ in der Auswahl dieser Holzschnitte jede Ausdehnung zu, und es wurde so möglich, eine Sammlung von mehren hundert Figuren aufzustellen, welche die wichtigsten Typen der untergegangenen Schöpfungen dem Leser vorführen und dem Sammler selbst als Anhaltspunkte bei seinen Reichthümern dienen können. Es wurde so viel als möglich der doppelte Zweck im Auge behalten, einerseits so-

Digitized by Google

genannte charakteristische Fossilien abzubilden, welche durch Häufigkeit oder eigenthümliche Gestalt als Leitmuscheln für die einzelnen Schichten dienen können; andererseits auch wieder Formen auszuwählen, welche in zoologischer Hinsicht als Typen der Geschlechter und Familien betrachtet werden können.

In der Behandlung der geschichteten Gesteine wurde die aufsteigende Ordnung gewählt, von den ältesten Bildungen an bis zu der jetzigen Schöpfungsperiode, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil diese Betrachtungsweise schon ein gleichsam historisches Bild der allmählichen Entwickelung der Erdrinde und der Entfaltung des organischen Lebens auf derselben gewährt. In dem zweiten Bande, welcher die ungeschichteten Gesteine und die Wirkungen derselben auf die geschichteten Ablagerungen enthält, würde eine solche Ordnung nur zu unzähligen Wiederholungen und Verlängerungen geführt haben. Die vulcanischen Erscheinungen der Jetztwelt sind äußerst complicirt, und deshalb durften sie nicht ebenso vorausgesetzt werden, wie die wenigen und einfachen Verhältnisse, welche bei der Bildung der geschichteten Gesteine in Wirkung treten. Es mußte also bei den im Verlaufe des zweiten Bandes darzustellenden Erscheinungen der umgekehrte Gang, von den jetzt stattfindenden Phänomenen zu den in früherer Epoche vorhandenen, eingeschlagen werden. Es leitet diese Weise der Darstellung dann natürlich zu der Geschichte jener großartigen Kataklysmen, welche von Zeit zu Zeit die Gestalt der Erdrinde veränderten, und deren historische Auffassung vom Beginne an in aufsteigender Reihe verfolgt wird. Auch in dem zweiten Bande wurden so viel wie möglich die wichtigeren Verhältnisse durch Holzschnitte erläutert, deren Anfertigung von der Verlagshandlung mit größter Sorgfalt überwacht wurde.

Bei meiner Entfernung vom Druckorte übernahm Herr Dr. Gumprecht in Berlin freundschaftlichst die Revision der Bogen, wofür ich demselben, sowie für manche Verbesserungen und Berichtigungen des Textes, dankbar verpflichtet bin.

Paris, im Mai 1846.

Dr. C. Vogt.

Digitized by Google

Systematisches Inhaltsverzeichniß

des

ersten Bandes.

	§.	Seite.
Einleitung. Umschreibung des Gegenstandes	1—15.	1—11
1. Gebiet der Geologie	1—7.	1—6
Definition der Geographie. Zweige derselben	1.	1
Astronomische Geographie	1.	1
Physikalische » »	1.	1
Meteorologie	1.	1
Politische Geographie	1.	1
Thiergeographie	1.	1
Pflanzengeographie	1.	1
Beziehungen derselben zur Bodenstructur	2.	2
Gegenstand der Geologie	3.	2
Eigenthümlichkeiten der festen Erdrinde	4.	2
Astronomie als Hülfswissenschaft der Geologie	5.	3
Paläontologie	6.	4
Verhältniß derselben zur Botanik und Geologie	7.	5
2. Beziehungen der Geologie	8—9.	6—7
Zur Astronomie	8.	6
Zur Physik des Erdballs	8.	6
Zur Mineralogie	8.	6
Zur Chemie	8.	6
Betreibung der Geologie als Erfahrungswissenschaft	9.	7
3. Zweige der Geologie	10—15.	7—11
Stratigraphie	10.	7
Neptunische Gebilde	11.	9
Plutonische »	11.	9
Orographie	12.	9
Oryktognosie	13.	10
Geognosie	14.	10
Geogenie	15.	10
Erstes Kapitel. Einige physikalische Verhältnisse der Erde	16—154.	12—111
4. Gestalt der Erde	16—20.	12—16
Abplattung	16.	12
Dimensionen	17.	13
Gebräuchliche Längenmaße	18.	14
Gradmessungen	19.	15
Ursachen ihrer Abweichungen	20.	15
5. Die innere Erdwärme	21—59.	16—37

Digitized by Google

	§.	Seite.
Einzelne Beobachter derselben	21.	16
Bestimmung der Lufttemperatur in den Gruben	22.	16
» » Temperatur der Grubenwasser	23.	17
» » » des Gesteines	24.	17
Einwürfe gegen diese Methode	25.	18
Reich's Untersuchungen	26.	19
Resultat derselben	27.	20
Extreme anderer Untersuchungen	28.	20
Artesische Brunnen	29.	20
Resultat des Grenelle-Brunnens	30.	21
Andere artesische Brunnen	31.	22
Temperatur des Bodens	32.	23
Isothermen	33.	24
Specifische Wärme der Gesteine	34.	25
Aeußere Leitungsfähigkeit des Bodens	35.	25
Innere Leitungsfähigkeit	36.	26
Messung derselben	37.	26
Messung derjenigen des Bodens	38.	27
Art der Einwirkung der Sonne	39.	28
Meßbare Tiefe derselben	40.	28
Ankunft der Wärmewellen in der Tiefe	41.	28
Schlüsse aus dem Vorhergehenden	42.	29
Verhältniß der Erdwärme zur Sonne	43.	29
Innere Wärme der Erde	45.	30
Endperiode der Erkaltung	46.	31
Art der Zunahme der Wärme nach innen	47.	31
Innerer leitungsfähiger Kern	48.	32
Wärmegrad des Erdcentrums	49.	32
Dicke der Erdkruste	50.	32
Buffon's Untersuchungen	51.	33
Erkaltung der Lava	52.	33
Jährlicher Wärmeverlust des Bodens	53.	34
Erhöhung der Klimate durch denselben	54.	34
Zeitmaß der Erkaltung	55.	35
Folgerungen	56.	36
Veränderte physikalische Verhältnisse	57.	36
Mechanische Folgen der Erkaltung	58.	37
Innere Wärmequelle	59.	37
6. Atmosphärische Hülle der Erde	60—67.	38—43
Verhältniß der Meteorologie	60.	38
Zusammensetzung der Atmosphäre	61.	38
Gränze derselben	62.	39
Versuch von Faraday	63.	39
Wollaston's Deductionen	64.	40
Brechung der Lichtstrahlen	65.	41
Jupitersmonde	66.	42
Begränzte Atmosphären	67.	43
7. Das Wasser	68—79.	43—50
Meerwasser und süßes Wasser	68.	43
Salzgehalt des Meerwassers	69.	44
Grund der Verschiedenheiten darin	70.	44
Mittelländisches Meer	71.	45
Zusammensetzung des Meerwassers	72.	46
Physikalische Folgen des Salzgehaltes	73.	46
Einfluß auf die Bewohner	74.	47
Humboldt's Methode zur Berechnung des Flächenraumes der Meere	75.	47

Digitized by Google

	§.	Seite.
Andere Methode	76.	48
Verhältniß des Festlandes	77.	48
Größe der alten und neuen Welt	78.	49
Flächenraum der Zonen	79.	49
8. Absolute Höhe verschiedener Punkte auf der Erde	80—92.	50—65
Ebbe und Fluth	80.	50
Bestimmung des Meeresniveau's	81.	51
Unterschiede zwischen einzelnen Meeren	82.	51
Depressionen unter dem Meeresniveau	83.	52
Kaspisches Meer	84.	52
Todtes Meer	85.	53
Höhe der Binnenseen	86.	54
Maßangaben	87.	55
Höhe der bedeutendsten Wohnplätze	88.	56
Höhe der Plateau's	89.	58
Höhe der Gebirge in Europa	90.	60
» » » in Asien, Africa und America	91.	62
Höhe der Päße	92.	64
9. Volumverhältnisse	93—113.	65—78
Methode der Berechnung	93.	65
Flächenmaße	94.	66
Betrag der Erdoberfläche	95.	66
Flächenraum der Continente	96.	67
Flächenraum einzelner Theile derselben	97.	68
Volumberechnung	98.	69
Berechnung der Plateau's	99.	69
V. der Bergketten. Reduction auf eine Pyramide	100.	70
Reduction auf ein Ellipsoid	101.	71
» » mehre Pyramiden	102.	72
Berechnungsmethode A. v. Humboldt's	103.	72
Mittlere Höhe der Continente	104.	73
Im Verhältniß zum Meere	105.	73
Größe des Gebietes der Geologie	106.	74
Tiefe des Meeres	107.	74
Erosion der Continente	108.	75
Verhältniß der Dicke der Continente zu den Erddimensionen	109.	75
Volum des Meeres	110.	76
Folgerung daraus	111.	76
Vertheilung des organischen Lebens	112.	76
Einwirkung der Masse der Atmosphäre	113.	77
10. Allgemeine Orographie	114—154.	78—110
Ebenen und Berge	114.	78
Verhältniß der Berge zum Erdhalbmesser	115.	79
Vergleichung Dolomieu's	116.	80
Vertheilung der Bergketten	117.	80
Verhältniß derselben zu den Ebenen	118.	81
System der Kartenzeichnung	119.	81
Verhältniß der Gestalt der Continente zu den Bergketten	120.	82
Zu den Polen	122.	83
Anordnung der Thäler	123.	84
Unabhängigkeit derselben von den Ketten	124.	85
Fünf Arten der Gruppirung der Berge	125.	87
Inseln tauglich zum Studium derselben	126.	88
Längenmaße einzelner Ketten	127.	88

*

Digitized by Google

	§.	Seite.
Zusammensetzung größerer Ketten	128.	90
Verhältniß der Höhen zu den Pässen	129.	90
Fünf verschiedene Aren der Bergketten	130.	91
Arten der Thäler. Querthäler. Thäler erster Ordnung	131.	92
Ausmündung auf die Ebene	132.	93
Kesselthäler	133.	93
Längsthäler	134.	94
Erhebungsthäler	135.	94
Thäler in ebenen Gegenden	136.	95
Rißthäler	137.	95
Verhältnisse der Centralkerne der Ketten	138.	96
» » Gehänge beider Seiten	139.	97
Zerreißungsthäler und Einbiegungsthäler	140.	98
Verhältniß der inneren Structur zu der äußeren Erscheinung der einzelnen Gegenden	141.	99
Geologische Karten	142.	99
Beckenform der Ablagerungen	142.	100
Darstellung der Bergketten	143.	101
Täuschung durch Thalrisse	144.	102
Geologische Durchschnitte und Profile	145.	103
Uebelstände bei Anfertigung derselben	146.	104
Gestalten der Erderhabenheiten	147.	105
Aufschüttung loser Materialien	148.	105
Gestalten, aus unbestimmter innerer Structur hervorgegangen	149.	106
Gestalten aus tafelförmiger Absonderung	150.	107
» » prismatischer Absonderung	151.	108
» » geschichteter Massenabsonderung	152.	108
Unterschied von der tafelförmigen Absonderung	153.	110
Einfluß der Schichtung auf die Gestalt der Ebene	154.	110
Zweites Kapitel. Lithologie	155—271.	111—154
Gegenstand der Lithologie	155.	111
Verhalten der Felsarten	156.	112
Structur derselben. I. Theilungsstructur	157.	113
1. Schieferige Structur. Phylladen	158.	113
2. Pseudo-reguläre Structur	158.	114
3. Unbestimmte Structur	159.	114
II. Aggregationsstructur. Primäre Structuren	160.	115
1. Granitische Structur	161.	115
2. Gebänderte »	162.	115
3. Gekreuzte »	163.	115
4. Porphyrstructur	164.	116
5. Mandel »	165.	116
6. Mergel »	166.	116
7. Schlacken »	167.	117
8. Sandstein »	168.	117
Secundäre Structuren	169.	117
Porphyrartige Granite	169.	117
Granitische Mandelsteine	169.	118
Porphyrische »	169.	118
Klassification der Felsarten	170.	118
Kennzeichen » »	171.	118
Untersuchung ihrer Elemente	172.	119
Zusammensetzende Mineralien	173.	119
Aufzählung derselben	174.	120
Beschreibung der Felsarten. Methode	175.	120

Digitized by Google

	§.	Seite.
1. Granitische Felsarten	176—187.	121—127
Granit	176.	121
Gneiß	177.	122
Protogin	178.	123
Avergranit	178.	123
Eurit	179.	123
Grobkörnige Granite	180.	124
Schriftgranit	181.	124
Pegmatit	181.	124
Judenstein	181.	124
Blättriger Feldspath	181.	124
Weißstein	182.	125
Leptinit, Felsit oder körniger Feldspath	182.	125
Erdiger Feldspath, Kaolin oder Porzellanerde	183.	125
Greisen oder Hyalomict	184.	125
Schörlfels, Hyalo-Turmalin, Schorl-rock	184.	126
Topasfels	185.	126
Miaskit	186.	126
Syenit	187.	126
Amphibolit	187.	127
2. Porphyrgesteine	188—191.	127—129
Quarzführende Porphyre	188.	127
Feldsteinporphyre	188.	128
Thonporphyre	188.	128
Braune Porphyre	188.	128
Pechstein oder Retinit	189.	128
Quarzit, Petrosiler oder Quarzfels	190.	128
Pyromerid	191.	128
3. Trachytische Gesteine	192—200.	129—132
Ursprung und Eigenthümlichkeit	192.	129
Granitischer Trachyt	193.	129
Porphyrischer Trachyt	194.	130
Mühltrachyt	194.	130
Trachyt von Ischia	195.	130
Domit	196.	131
Perlit	197.	131
Obsidian	198.	131
Bimsstein	199.	131
Phonolith oder Klingstein	200.	132
4. Amphibol-Gesteine	201—208.	132—134
Zusammensetzung	201.	132
Diorit oder Grünstein	202.	133
Grünsteinporphyr	203.	133
Amphibolit oder Hornblendefels	204.	133
Anthophyllit oder Hornblendeschiefer	205.	133
Cornéenne, Aphanit (Lapis corneus)	206.	133
Hemithren	207.	134
5. Pyroxen-Gesteine	208—215.	134—137
Zusammensetzung	208.	134
Grünstein oder Dolerit	209.	134
Dolerit-Porphyr	210.	134
Melaphyr	211.	135
Basalt	212.	135
Basaltwacke	212.	136
Nephelit	213.	136
Cyclophyr	214.	136
Leucitophyr	215.	136

Digitized by Google

	§.	Seite.
Sodalophyr	215.	136
Hauynophyr	215.	136
6. Hyperſthen-Geſteine	216.	136
Hyperit	216.	137
7. Diallage-Geſteine	217.	137
Euphotid	217.	137
8. Trapp-Geſteine	218.	138
9. Serpentin-Geſteine	219.	138
10. Talk-Geſteine	220.	139
Topfſtein (Pierre ollaire)	220.	139
Talkſchiefer (Steaſchiſte)	221.	139
11. Glimmer-Geſteine	222.	140
Glimmerſchiefer (Micaſchiſte)	222.	140
Aventurin	222.	140
12. Quarz-Geſteine	223—227.	140—141
Quarzit	223.	140
Kieſel oder Siler	224.	141
Kieſelguhr	224.	141
Tripel	224.	141
Mühlſtein	225.	141
Prüfſtein	226.	141
Jaspis	227.	141
13. Kalk-Geſteine	228—238.	141—144
Zuſammenſetzung	228.	141
Kryſtalliniſcher Kalk. Marmor	229.	141
Concretionirter Kalk. Alabaſter	230.	142
Oolithenkalk	231.	142
Kreide	232.	142
Chloritiſche Kreide (Glauconie)	233.	142
Mergel	234.	143
Aſphalt	235.	143
Compacter Kalk	236.	143
Breccien- oder Lumachellen-Kalk	236.	144
Grobkalk	236.	144
Süßwaſſerkalk	238.	144
Tuff und Travertin	238.	144
14. Dolomite	239.	145
Schieferige Dolomite	240.	146
Compacte Dolomite	240.	146
15. Gyps-Geſteine	241.	146
Anhydrit	241.	146
Trippſtein	241.	146
Gyps	242.	146
16. Steinſalz	243.	147
17. Eiſenſteine	244.	147
Spatheiſenſtein oder Braunkalk	245.	147
Eiſennieren (Fer en rognons)	245.	147
Magneteiſenſtein	246.	148
Eiſenoxyd	247.	148
Eiſenglanz oder Eiſenglimmer	247.	148
Thoneiſenſtein, Blutſtein	247.	148
Bohnerz, Raſeneiſen, Fer pisolitique	248.	148
Eiſenkies (Pyrite de fer)	249.	148
Schwefelkies	249.	148
Waſſerkies	249.	148
18. Foſſile Brennſtoffe	250—255.	148—150
Torf	251.	149

Digitized by Google

		§.	Seite.
	Braunkohle (Lignite)	252.	149
	Umbererde	252.	149
	Steinkohle (Houille)	253.	149
	Coke	253.	149
	Anthracit (Glanzkohle)	254.	150
	Graphit, Wasserblei	255.	150
19.	Sandsteine	257—262.	151—152
	Conglomerate oder Puddinge	257.	151
	Nagelflue, Gompholit	258.	151
	Breccien (Brèches)	259.	151
	Sandsteine, eigentliche	260.	152
	Psammit	261.	152
	Molasse	262.	152
	Macigno	262.	152
20.	Thongesteine	263—271.	152—154
	Zusammensetzung	263.	152
	Plastischer Thon, Pfeifenerde (Terre glaise)	264.	152
	Walkererde (Terre à foulon)	265.	153
	Lehm (Limon)	265.	153
	Ocker	265.	153
	Thonschiefer	266.	153
	Dachschiefer (Ardoise)	267.	153
	Wetzschiefer (Coticule)	268.	153
	Grauwacke	269.	154
	Phylladen	270.	154
	Ampelit	270.	154
	Alaunschiefer (Ampélite alunifère)	270.	154
	Zeichenschiefer (Ampélite graphique)	270.	154
	Kalkschiefer (Calschiste)	271.	154
	Kupferschiefer	271.	154
	Drittes Kapitel. Specielle Geognosie	272—833.	155—436
	Drei Klassen von Elementen der Erdrinde	272.	155
	1. Schichten	272.	155
	Schichtungsklüfte	273.	156
	Schieferige Absonderungen	273.	156
	Schichtfläche, Mächtigkeit, Lagerung, Einfallen, Streichen der Schichten	274.	157
	2. Gänge	275.	157
	Adern, Ausläufer, Saalbänder	275.	158
	3. Unregelmäßige Massen	276.	158
	Eintheilung der Geognosie in drei Theile	277.	159
	Die geschichteten Gesteine	278—833.	159—436
	Zusammensetzung	278.	159
	Ursprüngliche horizontale Lagerung	279.	159
	Beweise dafür. Puddinge	279.	160
	Lagerung der Rollsteine	280.	160
	» » Fossilien	281.	160
	Abweichende Schichtung	282.	161
	Formation	283.	162
	Terrain	284.	162
	I. Paläozoische Gebilde (Groupe palaeozoique)	285—422.	163—250
	Aufzählung der Glieder dieser Gruppe	285.	163
1.	Cambrisches System	286—291.	163—165
	Zusammensetzung	286.	163
	Versteinerungen	287.	164

Digitized by Google

	§.	Seite.
Oertlichkeiten	288.	164
In England	289.	164
Snowdonfelsen, Balakalk, Plynlymmonschiefer	289.	164
In der Bretagne	290.	165
Metamorphische Erscheinungen	291.	165
2. Silurisches System (Untere Grauwacke)	292—299.	166—171
In England	292.	166
Llandeilo- und Caradoc-Gesteine	292.	166
Wenlock- und Ludlow-Schichten. Aymestry-Kalk	292.	167
In der Bretagne	293.	167
In den Pyrenäen	294.	169
In Rußland	295.	169
In Nordamerica	296.	169
In Schweden	297.	170
In Deutschland	298.	170
Liste der Versteinerungen	299.	170
3. Devonisches System (Vieux grès rouge; Old red Sandstone)	300—338.	171—201
In England	300.	171
Tilestone; Cornstone	300.	172
In Schottland	301.	172
In Rußland	302.	173
In Brasilien, am Cap, in Ostindien	303.	173
In Nordamerica	304.	173
In Rußland	305.	173
In der Bretagne	306.	174
Uebergangsgebilde im Allgemeinen	307.	174
Am Rhein. Ardennen	308.	175
In Belgien	309.	175
Rheinisches Uebergangsgebirge. Erstreckung	310.	176
Linkes Ufer. Zusammensetzung	311.	177
Rechtes Ufer.	312.	179
Am Harz	313.	179
Liste der Petrefacten	314.	180
Polypen. Stromatopora, Tragos, Syringopora, Catenipora, Cyathophyllum, Astraea, Aulopora, Retepora, Gorgonia, Favosites	316.	182
Enkriniten (Seelilien). Cyathocrinus, Hypanthocrinus, Dimerocrinus, Cupressocrinus	317.	184
Mollusken, Weichthiere	318.	185
Acephalen, Muschelthiere	319.	185
Monomyarier (Avicula)	321.	186
Dimyarier (Cardium)	322.	186
Cypricardia	322.	187
Brachypoden	323.	187
Pentamerus, Strygocephalus	323.	188
Leptaena, Orthis, Spirifer, Terebratula	323.	189
Calceola	323.	190
Gasteropoden, Bauchfüßler	324.	190
Turbo, Monodonta, Natica, Pleurotomaria, Euomphalus	324.	191
Cirrhus, Schizostoma, Buccinum, Murchisonia	324.	192
Bellerophon	325.	193
Conularia	326.	193
Cephalopoden, Kopffüßler	327.	193
Familien der Cephalopoden	328.	194
Orthoceras	329.	194

Digitized by Google

	§.	Seite.
Phragmoceras	329.	195
Lituites; Nautilus	329.	196
Ammoniten. Goniatites	330.	196
Gliederthiere	331.	197
Trilobiten	332.	197
Trinucleus; Homalonotus, Calymene	332.	198
Phacops, Brontes, Arges	332.	199
Fiſche	333.	199
Cephalaspis, Pterichthys	334.	200
Akanthodier; dipteriſche Sauroiden	335.	201
Cölakanthen. Asterolepis; Bothriolepis	336.	201
Ganoiden	337.	201
4. Steinkohlenſyſtem (Terrain houiller, Carboniferous system)	338—385.	201—232
Kohlenkalk, Bergkalk (Calcaire carbonifère; Mountain limestone)	338.	202
Kohlenſandſtein (Grès houiller; Carboniferous grit)	338.	202
1. In England	339—341.	202—204
In Wales	339.	202
In Derbyſhire und Yorkſhire	340.	203
Succeſſive Veränderung	341.	203
2. Marine Steinkohlenbecken auf dem Continente	342—347.	204—207
Durch Kohlenkalk ausgezeichnet	342.	204
Belgiſches Becken	343.	204
Zuſammenſetzung	344.	205
Bei Aachen	345.	205
Weſtphäliſche Fortſetzung	346.	206
An der Ruhr	347.	206
3. Binnenmulden	348—375.	207—224
Zuſammenſetzung im Allgemeinen	348.	207
Pfälziſches Kohlenbecken	349.	207
Ufer der Saar	350.	208
Niederſchleſiſches Becken	351.	209
Bei Zwickau	352.	210
Schichtenfolge bei Oberhohndorf	353.	210
Becken von St. Etienne	354.	211
Zuſammenſetzung	355.	211
Andere franzöſiſche Binnenmulden	356.	212
Böhmen	357.	212
Petrefactenverzeichniß der Steinkohlen	358.	213
Foſſile Pflanzen; ihr Vorkommen als Abdrücke	359.	213
Verkieſelt	360.	214
Als Kohle	361.	214
Unterſcheidung von denen des Uebergangsgebirges	262.	214
Gefäßcryptogamen	363.	214
Equiſetaceen. Calamites	363.	215
Farrenkräuter	364.	215
Sphenopteris	364.	216
Odontopteris; Sigillaria	365.	217
Lykopodiaceen. Lepidodendron	366.	218
Stigmarien	367.	218
Monokotyledonen. Coniferen	368.	220
Dikotyledonen	369.	220
Sphenophyllum; Annularia	369.	221
Enkriniten. Rhodocrinus, Cupressocrinus	370.	221
Scorpion	371.	221

Digitized by Google

	§.	Seite.
Fische; Cestracienten; Orodus, Cochliodus	372.	222
Hybodonten; Cladodus, Tristychius	373.	223
Sauroiden; Megalichthys	374.	223
Lepidoiden; Palaeoniscus	375.	224
Veränderung der Brennstoffe im Verhältniß zum geologischen Alter	376.	224
Structur der Steinkohle	377.	226
Künstliche Darstellung derselben	378.	226
Entstehung der Binnenmulden durch Treibholz	379.	227
Berechnung der Umwandlung des Holzes in Steinkohle	380.	228
Resultate dieser Berechnung	381.	229
Erzeugung durch Umwandlung von Wäldern	382.	230
Aufrechtstehende Stämme	383.	230
Oefterer Niveauwechsel der Moräste	384.	231
Neuere Beispiele dazu	385.	231
5. Permisches System (Penäisches S.: Syst. pénéen, Magnesian limestone; rothes Todtliegendes, Kupferschiefer, Zechstein, Vogesensandstein)	386—403.	232—240
Hauptsächlichster Charakter	386.	232
Rothes Todtliegendes in Deutschland	387.	232
Hohle Räume desselben; Mächtigkeit	388.	234
Weiß Liegendes	389.	234
Kupferschiefer	390.	235
Zechstein	391.	235
Rauchwacke	392.	235
Asche, Stinkstein, Gyps und Letten	393.	236
Ansehn der Formation	394.	236
Oertlichkeiten	395.	236
In England	396.	236
Zusammensetzung, Conglomerat, Schiefermergel, Magnesian limestone	396.	237
In den Vogesen; Vogesensandstein	397.	237
Zusammensetzung	398.	238
In Rußland	399.	238
Petrefactenverzeichniß	400.	239
Allgemeiner Charakter der Fauna, Producte	401.	239
Fische, Paläoniscen, Platysomen, Acrodus (Dictaea)	402.	240
Reptilien. Protorosaurus	403.	240
Paläozoische Gruppe im Allgemeinen	404—422.	241—250
Gleichförmige Verbreitung der Fauna und Flora	404.	241
Gleichförmigkeit der Klimate	405.	241
Veränderung des Aequators	406.	242
Innere Erdwärme	407.	243
Berechnung	408.	243
Directer Einfluß gering	409.	243
Indirecter »	410.	244
Wärme der Meere	411.	244
Strömungen	412.	244
Einfluß auf die Continente	413.	245
Einhüllung der Pole in Dunstmassen	414.	245
Temperatur der Pole	415.	246
Vermehrung der Atmosphäre	416.	246
Metamorphismus	417.	246
Zufälliger und normaler Metam.	418.	247
Normaler Metamorphismus	419.	247
Zusammensetzung der Atmosphäre	420.	248

Digitized by Google

	§.	Seite.
Verhalten der Thiere zu derselben	421.	249
Erzeugung und Menge der Kohlensäure	422.	250
II. Secundäre Gebilde. Trias. Jura. Kreide	423—674.	251–360
6. Die Trias, Groupe triasique; Salzgebirge; Terrain salifère	423—465.	251—272
Zusammensetzung aus drei Gliedern	423.	251
Der bunte Sandstein (Grès bigarré; New red sandstone; Variegated sandstone)	424—430.	251—254
Verhalten zum Vogesensandstein	424.	251
Untere Schichten	425.	252
Mächtigkeit und Erstreckung	426.	252
Im nordwestlichen Deutschland	427.	253
Um die Vogesen	428.	254
In England	429.	254
Petrefactenverzeichniß	430.	254
Der Muschelkalk; Calcaire coquiller; rauchgrauer Kalk	430—435.	254—258
Zusammensetzung. Wellenkalk	431.	255
Anhydritgruppe	432.	255
Schichtenfolge bei Sulz	433.	255
Rauchgrauer Kalk von Friedrichshall	434.	256
Verbreitung und Mächtigkeit	434.	257
Petrefactenverzeichniß	434.	258
V. V. der Lettenkohle	435.	258
Der Keuper, Marnes irisées, Red marls	436—440.	258—260
Zusammensetzung. Lettenkohle	436.	258
Dolomit und bunte Mergel	437.	259
Sandsteine, Schilfsandsteine	438.	259
Erstreckung	439.	260
Petrefactenverzeichniß	440.	260
Trias in Frankreich	441.	260
Schichtenfolge bei Dieuze	442.	261
In der Schweiz	443.	262
In England	444.	262
Flora der Trias	445.	262
Albertia	446.	263
Voltzia	447.	263
Anthophyllum	448.	264
Kohlenablagerungen	449.	264
Fauna der Trias	450.	264
Strahlthiere, Encrinus	451.	265
Asterien Ophiuren Polypen	452.	266
Muschelbänke	453.	266
Kammmuscheln. Pecten	454.	266
Trigonien. Myophoria	455.	267
Avicula	456.	267
Terebratula	456.	268
Cephalopoden. Ceratites	457.	268
Crustaceen. Pemphix	458.	268
Fische Hybodus	459.	269
Placodus	460.	269
Saurichthys	461.	270
Gyrolepis	462.	270
Labyrinthodonten. Mastodonsaurus	463.	270
Vogelspuren. Ornitichnites	464.	272
Säugethierspuren. Cheirotherium	465.	272

Digitized by Google

	§.	Seite.
7. Juraſſiſches Syſtem. Oolithgebirge, Oolitic series; Formation jurassique	466—571.	273—321
Allgemeines darüber	466.	273
Jura in England. Eintheilung	467—486.	274—279
1. Lias. Bone-bed. Bituminöſe Schiefer	468.	275
Liaskalk	469.	275
Oberer Lias	470.	275
2. Bath-Gruppe. Unterer Oolith. Oolite inférieure	471—478.	275—277
Marly-sandstone	471.	275
Eiſenoolith. Quaderoolith	472.	276
Fullers-earth. Walkererde. Terre á foulon	473.	276
Great oolite. Großer Oolith. Grande oolite	474.	276
Plattenſchiefer von Stonesfield	475.	277
Bradfordthon. Bradford-clay. Forest-marble	476.	277
Corn-brash	477.	277
Die Bath-Gruppe im Ganzen	458.	277
3. Orford-Gruppe	479—483.	277—278
Kelloway-rocks	479.	277
Orfordthon	480.	278
Calcareous grit	481.	278
Coral-rag. Corallien. Korallenkalk	482.	278
Eiſenoolith. Orfordoolith. Oolite pisolitique	483.	278
4. Portland-Gruppe	484—486.	278—279
Kimmeridgemergel	484.	278
Portlandkalk	485.	278
Erſtreckung in England	486.	279
Jura in Frankreich	487—496.	279—283
Erſtreckung	487.	280
Lias	488.	280
Eiſenoolith und Walkererde	489.	280
Hauptoolith	490.	281
Orfordthon. Argile de Dives	491.	281
Aenderung gegen die Schweiz hin	492.	281
Petrefactenverzeichniß des Lias	493.	281
» » » für den unteren Oolith	494.	282
» » » für den mittleren Oolith, Orfordmergel und Coral-rag	495.	292
Petrefactenverzeichniß für den oberen Oolith, Kimmeridgemergel und Portlandkalk	496.	283
Jura in der Schweiz	497—505.	283—287
Erſtreckung und Structur	497.	283
Bildung der Ketten	498.	284
Lias	499.	285
Bath-Gruppe. Unterer Oolith	500.	286
Walkererde. Calcaire roux-sableux. Dalle nacrée	501.	286
Orford-Gruppe. Knotenkalk. Terrain á chailles	502.	286
Korallenkalk, Korallencolith, Nerineenkalk, Aſtartenkalk	503.	287
Portland-Gruppe	504.	287
Art der Abſetzung der Schichten	505.	287
Jura in Deutſchland	506—520.	288—292
Im ſüdlichen Deutſchland. Schwarzer Jura, Lias	508.	288
Mittlerer, brauner Jura	509.	289
Weißer Jura	510.	289
Fränkiſcher Jura. Dolomit	511.	289
Nerineen und Diceratenkalk. Portlandkalk	512.	290
Lithographiſche Schiefer	513.	290

Digitized by Google

	§.	Seite.
Jura im nördlichen Deutſchland	514.	290
Unterer Dolith. Dogger	515.	291
Oberer Jura Norddeutſchlands	516.	291
Petrefactenverzeichniß für den Lias	517.	291
» » » » » mittleren Jura	518.	291
» » » » » oberen Jura	519.	292
» » » » Nerineen- und Diceratenkalk	520.	292
Jura in den Alpen	521—522.	293—294
Erſtreckung und Zuſammenſetzung	521.	293
Hochgebirgskalk	522.	294
Flora des Jura. Fucoiden. Baliostichus	523.	294
Cycadeen. Zamia	524.	294
Cycadites (Mantellia)	525.	295
Mamillaria	526.	295
Fauna des Jura. Korallen. Astraea	527.	296
Maeandrina	528.	295
Explanaria	529.	296
Labophyllia	530.	296
Apiocrinus	531.	296
Pentacrinus	532.	297
Seeigel. Echiniden	533.	297
Cidaris. Hemicidaris	534.	298
Dysaster	535.	298
Clypeus	536.	269
Diadema	537.	299
Spirifer. Terebratula	538.	299
Auſtern. Ostrea	539.	300
Gryphaea	540.	300
Plicatula	541.	301
Kammmuſcheln. Pecten	542.	302
Perna	543.	302
Trigonia	544.	303
Myaceen. Goniomya	545.	304
Pholadomya	546.	304
Doppelhorn. Diceras	547.	305
Astarte	548.	305
Nucula	549.	305
Pinna. Steckmuſchel	550.	306
Lima. Feilenmuſchel. (Plagiostoma)	551.	306
Pteroceras. Flügelhorn	552.	505
Pleurotomaria	553.	307
Nerinea	554.	307
Ammoniten	555.	308
Nautilus. Rhyncholites. Conchorrhynchus	556.	310
Aptychus	557.	310
Belemnites	558.	311
Libelle	559.	312
Fiſche. Heterocerken. Homocerken. Ceſtrationten. Strophodus	560.	313
Ganoiden. Pycnodus	561.	313
Lepidoiden. Dapedius. Tetragonolepis. Lepidotus. Pholidophorus	562.	314
Sauroiden. Megalurus	563.	315
Aspidorhynchus	564.	315
Enalioſaurier. Seeeidechſen	565.	315
Ichthyosaurus	566.	315

Digitized by Google

	§.	Seite.
Plesiosaurus	567.	317
Pterodactylus	568.	319
Teleosaurier. Mystriosaurus	569.	320
Schildkröten	570.	320
Säugethiere. Thylacotherium. Phascolotherium	571.	320
8. Die Kreide. Terrain crétacé. Chalk	572—674.	321—360
Ueberhaupt	572.	321
Kreide in England	573—575.	322—326
Wälderthon. Wealden rocks. Formation Wealdienne	573—575.	322—326
Purbeckschichten. (Purbeck beds)	573.	322
Hastings-Sand	574.	323
Wälderthon. Weald clay	575.	323
Grünsand. Green sand. Grès vert	576—578.	323—324
Unterer Grünsand	576.	323
Gault	577.	324
Oberer Grünsand Fire-stone	578.	324
Eigentliche Kreide	579—583.	324—316
Kreidemergel. Chalk marl	579.	324
Weiße Kreide	580.	324
Zusammensetzung der Feuersteine	581.	325
Bildung aus Infusorien	582.	325
Aggregation	583.	326
Kreide am schweizerischen Jura. Néocomien	584.	326
Kreide in Nordfrankreich	585—590.	327—328
Eigenthümlichkeit derselben	585.	327
Néocomien. Argiles tégulines	586.	327
Grünsand. Gault	587.	327
Oberer Grünsand	588.	327
Kreidetuff. Chloritische Kreide. Craie tuffeau. Weiße Kreide	588.	328
Maestrichter Kreide	589.	328
Kreide in Südfrankreich	590—598.	328—330
Unteres Néocomien	590.	328
Oberes Néocomien. Caprotinenkalk	591.	329
Grünsand. Hippuritenkalk	592.	329
Nummulitenkalk	593.	329
Reihenfolge in Frankreich. Néocomien	594.	330
Aptisches Gebilde (Terrain aptien)	595.	330
Albisches Terrain (Terrain albien. Gault)	596.	330
Turonisches Gebilde (Terrain turonien)	597.	330
Senonisches » (» sénonien)	598.	330
Kreide in Deutschland	599—604.	330—332
Nördliches Deutschland. Hilsthon und Conglomerat	599.	330
Quaderformation. Gault. Flammenmergel	600.	331
Kreidemergel. Feuersteinkreide	602.	331
In Sachsen. Quadersandstein	603.	331
Plänerkalk	604.	332
Kreide in den Alpen	605—609.	332—333
Néocomien	605.	332
Grünsand	606.	332
Seewerkalk	607.	332
Nummulitenkalk	608.	333
Fucoidensandstein	609.	333
Petrefactenverzeichniß für den Néocomien und Caprotinenkalk	610.	333
Petrefactenverzeichniß für das aptische Terrain	611.	333

Digitized by Google

	§.	Seite.
Petrefactenverzeichniß für das albische Terrain Gault und Grünsand	612	333
Petrefactenverzeichniß für chloritische (Tüffeau) Kreide, Turonisches Terrain	613.	334
Petrefactenverzeichniß für weiße Kreide. Senonisches Terrain	614.	334
Polypen. Hallirhoa	615.	334
Foraminiferen, Polythalamien, Rhizopoden	616.	335
Stichostegier. Dentalina	617.	335
Enallostegier. Textularia	618.	336
Helicostegier. Bulimina	619.	336
Rotalina	620.	336
Cristellaria	621.	336
Lituola	622.	336
Flabellina	623.	333
Nummuliten	624.	337
Echinodermen. Galerites	625.	338
Holaster (Spatangus)	626.	338
Rudisten oder Hippuriten	627.	339
Hippurites	628.	339
Sphaerulites (Radiolites)	629.	340
Brachyopoden. Crania	630.	341
Trigonia	631.	341
Cardium	631.	342
Austern. Exogyra	632.	342
Inoceramus	633.	343
Spondylus (Plagiostoma)	634.	343
Pectunculus	635.	343
Nucula	636.	344
Mytilus	637.	344
Opis	638.	344
Acteonella	639.	345
Avellana	640.	345
Rostellaria	641.	345
Pterocera, Turbo, Natica, Pleurotomaria	642.	346
Cephalopoden	643.	346
Crioceras	644.	347
Ammonites	645.	347
Toxoceras	646.	348
Scaphites	647.	348
Ancyloceras	648.	348
Hamites	649.	348
Ptychoceras	650.	349
Baculites	651.	349
Turrilites	652.	349
Belemnites (Belemnitella)	653.	349
Fische. Ptychodus	654.	350
Otodus. Corax	655.	351
Ctenoiden. Cycloiden	656.	351
Beryx	657.	351
Scomberoiden. Palaeorhynchum	658.	351
Reptilien. Mosasaurus	659.	352
Iguanodon	660.	353
Einiges über die secundären Gebilde im Allgemeinen	661—674.	353—360
Uebergänge	661.	353
Mechanische Wirkungen in der Trias	662.	354
Chemische Wirkungen	663.	354

Digitized by Google

	§.	Seite.
Ursprung des Salzes	664.	355
Jurabildung	665.	356
Meeresbildungen im Jura	666.	356
Korallenriffe im Jura	667.	357
Jetzige Verhältnisse der Korallen	668.	357
Aeltere Korallenriffe	669.	358
Zusammensetzung derselben	670.	358
Folgerungen	671.	359
Lagerung und Ausdehnung	672.	359
Infusorien und Rhizopoden in der Kreide	673.	360
Mächtigkeit ihrer Anhäufung	674.	360
III. Die tertiären Bildungen	675—833.	361—436
9. Die Tertiärgebilde, Formation tertiaire, Groupe supracrétacé, Molassengebirge, Tertiary rocks	675—735.	361—384
Allgemeines	675.	361
Tertiärgebilde in Frankreich	676—702.	362—370
Pariser Becken. Eintheilung. Eisenkalk	676.	362
Plastischer Thon (Argile plastique)	677.	363
Grobkalk (Calcaire grossier)	678.	363
Sandstein von Beauchamps, Kieselkalk von St. Ouen	679.	363
Gypshaltige Mergel, Mühlsteine von Brie	680.	363
Sandstein von Fontainebleau	681.	364
Mühlsteine von Montmorency, Kalkstein von Beauce	682.	364
Petrefactenverzeichniß für den plastischen Thon	683.	365
» » » Grobkalk	684.	365
» » » Gyps und die Gypsmergel	685.	365
» » » Sandstein von Fontainebleau	686.	366
» » » Mühlstein in Montmorency	687.	366
	687.	366
Faluns der Touraine	688.	366
Petrefactenverzeichniß	689.	366
Becken von Bordeaux. Grobkalk	690.	366
Süßwassersandstein (Molasse d'eau douce)	691.	367
Kalkstein (Calcaire de l'Agénais)	692.	367
Faluns von Bordeaux	693.	367
Petrefactenverzeichniß für den Grobkalk	694.	367
» » die Faluns	695.	367
Knochenlager von Sansans	696.	368
Becken der Provence. Braunkohlen	697.	368
Süßwasserkalk von Aix	698.	369
Calcaire moëllon	699.	369
Muschelschichten bei Perpignan	700.	369
Becken der Auvergne	701.	369
Neuere Bildungen daselbst	702.	370
Tertiärgebilde in England	703—710.	370—374
Londoner Becken. Ausdehnung	703.	370
Londonthon	704.	372
Bagshot-Sand	705.	372
Süßwassergebilde	706.	372
Petrefactenverzeichniß	707.	373
Crag. Corallen-Crag. Coralline-Crag	708.	303
Red-Crag. Rother Crag	709.	373
Norwich-Crag	710.	373
Tertiärgebilde in der Schweiz	711—716.	374—376

Digitized by Google

	§	Seite.
Molasse. Muschelsandstein	711.	374
Nagelflue oder Gompholith	712.	374
Molasse im Jura	713.	375
Stellung der Molasse im System	714.	375
Parallelisirung	715.	376
Petrefactenverzeichniß	716.	376
Tertiärgebilde in Deutschland	717—731.	376—383
Sternberger Kuchen	717.	377
Mittelrheinisches Tertiärbecken. Zusammensetzung	718.	377
Feinkörniger Sand	719.	379
Plastischer Thon	720.	379
Kalk und Mergel	721.	379
Oberer Knochensand Löß	722.	380
Petrefactenverzeichniß	723.	380
Dinotherium	724.	381
Georgensgmünd	725.	381
Wetterau	726.	381
Wiener Becken. Kieselsand. Tegel	727.	381
Leitha-Kalk	728.	382
Becken von Oeningen	729.	382
Fauna und Flora desselben	730.	383
Im nordwestlichen Deutschland	731.	383
Tertiärgebilde in Italien	732—734.	383—384
Monte Bolca	732.	383
Superga	733.	384
Subapenninenformation	734.	384
Südamericanisches Becken	735.	384
10. Knochenhöhlen und Knochenbreccien; ältere Anschwemmungen (Diluvialperiode)	736—780.	385—412
Vorkommen der Knochenhöhlen	736.	385
Erhaltung der Knochen	737.	386
Bewohner der Höhlen. Coprolithen	738.	386
Widersprüche. Wohnorte der Fleischfresser	739.	387
Lebensart der Höhlenbewohner	739.	387
Configuration der Höhlen	740.	388
Einführung durch Wasserströme	741.	388
Höhlen in verschiedenen Ländern	742.	389
Aeltere Alluvionen	743.	390
Am Himalaya	744.	390
Petrefactenverzeichniß	745.	390
In Brasilien	746.	390
In Neuholland	747.	391
Petrefactenverzeichniß	748.	392
In Neuseeland	749.	392
Flora der Tertiärperiode. Bernstein	750.	392
Infusorien	751.	393
Milioliten. Biloculina	752.	393
Triloculina	753.	394
Echinodermen. Scutellen. Lagauum	754.	394
Gasteropoden. Cerithium	755.	395
Analogie derselben	756.	395
Insecten von Air	757.	395
Fische. Notidanus	760.	396
Carcharodon	761.	396
Lamna	762.	396
Myliobates	763.	397
Fische von Monte Bolca. Aulostoma. Semiophorus	764.	397

Digitized by Google

	§.	Seite.
Reptilien. Andrias	765.	399
Säugethiere. Dinotherium	766.	400
Sivatherium	767.	401
Palaeotherium	768.	402
Anoplotherium	769.	403
Lophiodon	770.	404
Rhinoceros	771.	404
Elephas	772.	405
Mastodon	773.	405
Glyptodon	774.	406
Megatherium	775.	407
Mylodon	776.	408
Katzen (Felis)	777.	408
Hyaena	778.	410
Bär. Ursus	779.	410
Affe. Pithecus	780.	412
Einiges über Tertiärgebilde im Allgemeinen	781—795.	412—436
Eintheilung. Eocen, Miocen, Pliocen	781.	412
Einwürfe	782.	413
Localitäten. Eocene Periode	783.	414
» Miocene »	784.	414
» Pliocene »	785.	414
Vertheilung der Säugethiere. Im Grobkalk	786.	415
In der miocenen Periode	787.	415
In der Diluvialperiode	788.	415
Folgerungen daraus	789.	416
Geographische Verbreitung	790.	416
Abtheilung der Continente	791.	417
Uebereinstimmung in den Typen mit denen der jetzigen Schöpfung in der alten Welt	792.	417
In America und Australien	793.	418
Ausnahmen	794.	418
Drei Continente mit eigenthümlichen Faunen	795.	416
11. Erratische Erscheinungen. Findlings-Blöcke	796—833.	419—436
Im Allgemeinen	796.	419
In der Schweiz. Gerölle	797.	419
Blöcke	798.	420
Wälle	799.	421
Verschiedenes Alter derselben	800.	421
Rundhöcker (Roches moutonnées)	801.	422
Obere Höhengränze derselben	802.	422
Herkunft der bewegenden Kraft	803.	423
Gesammtbild der Erscheinungen	804.	423
Verhalten in der ebenen Schweiz	805.	424
Thalverbreitung. Rhone-Thal	806.	424
Aar-, Reuß-, Linth-, Rhein-Thal	807.	425
Verbreitungsgebiete. Gränzen	808.	425
Am Jura. Verticale Vertheilung	809.	425
Lagerung auf dem Jura	810.	426
Mineralogische Beschaffenheit	811.	426
Unterlagen	812.	427
Schliffflächen	813.	427
In Großbritannien	814.	427
Muschelablagerungen in Schottland	815.	428
In den Pyrenäen	816.	428
In den Vogesen	817.	428
Im Schwarzwalde	818.	428

Digitized by Google

	§.	Seite.
Der Löß	819.	429
In Südamerica	820.	429
Im Norden Rundhöcker	821.	430
Schliffflächen. Geröllager	822.	430
Blockwälle. Oesar	823.	431
Hypothesen zur Erklärung	824.	431
Schlammströme	825.	432
Gletschertheorie	826.	433
Moränen der jetzigen Gletscher	827.	433
Wirkung auf den Boden	828.	434
Folgerungen über die Vertheilung	829.	434
Gegengründe	830.	434
Anwendung auf andere Gegenden	831.	435
Eigenthümlichkeiten im Norden	832.	435
Erklärung derselben	833	436.

Digitized by Google

Digitized by Google

Einleitung.

Umschreibung des Gegenstandes.

1. Gebiet der Geologie.

§. 1. Die Geographie oder Erdkunde im weitesten Sinne des Wortes ist eine der umfassendsten Wissenschaften, deren Feld so ausgedehnt ist, daß es dem Einzelnen unmöglich sein würde, sie zu beherrschen. Sie ist der Inbegriff aller unserer Kenntnisse über den Erdball, über seine Verhältnisse zu den übrigen Gestirnen, seine Form, Zusammensetzung, Structur, so wie über die organischen Körper, welche ihn bewohnen und von ihm abhängen.

Aus diesen wenigen Worten schon kann man leicht ermessen, daß es nothwendig war, die Geographie in verschiedene Zweige zu theilen, deren jeder wieder eine Wissenschaft geworden ist, welche die ganze Zeit und den ganzen Geist ihres Bearbeiters in Anspruch nimmt. Man hat auf diese Weise die astronomische Geographie unterschieden, welche den Erdball in seinen Verhältnissen als Weltkörper, in seinen Beziehungen zu den übrigen Planeten, die mit ihm um die Sonne kreisen, und zu den Fixsternen betrachtet. Man hat ferner die physikalische Geographie abgezweigt, in der man schon mehr den Erdkörper für sich, als abgeschlossenes Ganze, ansieht und in Beziehung zu den einzelnen physikalischen Erscheinungen, deren Schauplatz er ist, untersucht. Ein wesentlicher Theil dieser physikalischen Geographie, den man unter einem besonderen Namen bezeichnen kann, ist das Studium der gasförmigen Umhüllung des Erdkörpers, die Atmosphärologie oder Meteorologie, welche von allen Erscheinungen handelt, die in diesem Theile unseres Erdkörpers sich begeben und die von so großem Einflusse besonders auf das Gedeihen des organischen Lebens sind. Als dritter Zweig endlich bietet sich die gewöhnliche oder politische Geographie dar, welche den Erdball in seinen Beziehungen zu den organischen Körpern, namentlich zu dem Menschen studirt, und von welcher man auch die Thier- und Pflanzengeographie unterscheidet,

Digitized by Google

je nachdem man die Vertheilung eines jeden einzelnen dieser Kreise auf der Erde und ihre verschiedene Gruppirung ins Auge faßt.

§. 2. Dieses letztere Studium läßt schon auf den ersten Blick erkennen, daß die Vertheilung der Pflanzen und Thiere, so wie des Menschen nicht überall eine gleichmäßige sei, auch abgesehen von den Verschiedenheiten, welche die Zonen des Erdballs mit ihren climatologischen Verhältnissen hervorrufen. In Gegenden, welche dieselbe Temperatur, dieselben äußeren Verhältnisse, mit einem Worte dasselbe Clima haben und die demnach auf eine gleiche organische Bevölkerung angewiesen scheinen, trifft man oft die grellsten Gegensätze und muß sich überzeugen, daß auch noch andere Ursachen, als nur die climatologischen Verhältnisse, zur Fruchtbarkeit oder Unfruchtbarkeit beitragen; daß in denselben Zonen Localitäten vorhanden sein können, welche die üppigste Entwickelung organischen Lebens zeigen, während zur Seite unfruchtbare Wüste sich ausbreitet.

Bei näherer Untersuchung dieser und anderer ähnlicher Erscheinungen sieht man leicht, daß es eine ganze Reihe von Phänomenen giebt, welche mit der Structur des Erdballs und seiner inneren Zusammensetzung in dem engsten Zusammenhange stehen. Diese innere Structur des Erdballs und namentlich die Rinde des Erdballs hat, wie zu erwarten, den größten Einfluß auf die Natur und die Ertragsfähigkeit des Bodens, so wie auf die äußere Form desselben. Die Geographie beschäftigt sich zwar auch mit dem Studium der Configuration des Bodens, sie weist den Lauf der Flüsse, den Zug der Berge, die Richtung der Thäler und Ebenen nach: allein sie nimmt alle diese Unebenheiten des Bodens als ein Gegebenes, Vorhandenes an; sie sucht nicht die Gesetze ihrer Existenz zu erforschen; für die Geographie an sich könnten die Gebirge und die Erhabenheiten und Vertiefungen der Erdrinde ebenso gut nur zufällig geworden sein, während in der That große und meist höchst einfache Gesetze diesen verschiedenen Bodengestaltungen zu Grunde liegen.

§. 3. Gegenstand der Geologie ist es, die Structur der festen Theile unserer Erdrinde zu ermitteln, die Erscheinungen, welche aus dieser Structur hervorgehen, nachzuweisen und die Gesetze aufzufinden, in Folge deren diese beobachtete Structur der Erdrinde geworden ist.

Die Geologie beschäftigt sich nur mit den festen Theilen der Erdrinde; das Meer, die Gewässer und die Atmosphäre bleiben von ihr ausgeschlossen, wenngleich sie nicht umhin kann, sich öfters mit einzelnen, durch dieselben bedingten Erscheinungen zu beschäftigen. Das Studium der festen Massen unterscheidet sich wesentlich von demjenigen der flüssigen; dort herrscht die größte Mannichfaltigkeit; hier die größte Gleichförmigkeit. Das Meer ist überall dasselbe in seiner Zusammensetzung; leichte Differenzen ausgenommen, die kaum in Betracht kommen können, ist das Meerwasser der Pole dasselbe,

Digitized by Google

wie das des Aequators. Dasselbe gilt von der Luft. Ihre Zusammensetzung ist überall die gleiche, und nur zufällige Verhältnisse, wie namentlich ihre Mischung mit einer größeren oder geringeren Menge von Wasserdampf, bedingen theilweise locale unbedeutende Veränderungen, die keinen festen Bestand haben.

Eine zweite durchgreifende Verschiedenheit wird durch die Beweglichkeit der Theilchen im Meere und in der Luft bedingt. Ein Meteor, ein Sturm, die furchtbarsten Erscheinungen in Luft und Wasser lassen keine Spur ihrer Anwesenheit zurück; sobald sie vorübergegangen, so kehrt Alles in die alte Ordnung zurück, und kein Zeichen bleibt, welches später Kunde geben könnte von dem was vorgegangen.

§. 4. Anders verhält es sich mit den festen Theilen der Erdrinde. Diese bilden ein Register, in welchem die durch das Meer und die Gewässer hervorgerufenen Erscheinungen mit tiefen Zügen eingezeichnet werden. Ebben und Fluthen, Ueberschwemmungen und Austrocknungen lassen ihre Spuren zurück und schreiben so gleichsam auf den einzelnen Blättern des Registers ihre Thaten auf. Es entsteht auf diese Art eine eigene Sprache, eine Hieroglyphenschrift, deren Deutung oft schwierig, aber nie unmöglich ist, und welche uns Aufschluß giebt über die Geschichte der Erde und über die einzelnen Phasen, welche sie hintereinander durchlaufen hat. Die Schliffe der Felsen, die Abnutzungen der Oberflächen, die Gesteine, welche weit von ihrer Lagerstätte weggerissen wurden, der Sand, der in tieferen Gegenden sich absetzte, alle diese durch ephemere Ursachen bedingten Wirkungen wurden so zu redenden Zeugen der Catastrophen, welche von verschwundenen Kräften erzeugt, aber deren Spuren durch die festen Theile der Erdrinde bewahrt wurden.

§. 5. Die Geologie wird auf diese Weise eine der wesentlichsten Hülfswissenschaften der Astronomie. Diese letztere Wissenschaft kann freilich die äußeren Verhältnisse der Gestirne, ihrer Formen und Bahnen kennen lernen, allein die inneren Veränderungen, welche diese Himmelskörper und namentlich die unserer Erde verwandten Planeten erlitten, zu ermessen, dazu fehlen ihr alle Hülfsmittel. Und doch ist es wahrscheinlich, daß gewaltige Umwälzungen das Himmelssystem im Ganzen, so wie die einzelnen Gestirne im Besonderen betroffen haben, und daß erst nach mannichfachen Veränderungen unser Sonnensystem so wurde, wie es sich jetzt unserem Auge darstellt. Die successiven Veränderungen, welche wir auf der Erde erblicken und deren jede ihre Spuren zurückgelassen hat, können gleichsam als Maaßstab der Veränderungen dienen, welche die Planeten erlitten haben müssen. Denn diese Spuren sind nicht nur in den harten Theilen der Erdrinde uns aufbewahrt; sie sind auch in derselben Ordnung erhalten, folgen sich in derselben Reihenfolge, wie die Erscheinungen selbst, welche sie hervorriefen, und bilden so nicht nur ein materielles, sondern auch ein geschichtliches Register

Digitized by Google

der verschiedenen Veränderungen, welche die Erdrinde erlitten hat. Noch größeren Werth würde freilich dies Register besitzen, wenn es zugleich eine chronologische Zeitbestimmung gäbe und somit Schlüsse auf das Alter der Erde und die Dauer ihrer einzelnen Entwickelungsphasen erlaubte. Allein wenn wir gleich die Reihenfolge der einzelnen Cataclysmen, welche die vorstechendsten Zeitmomente in der Erdgeschichte bilden, bestimmen können, so fehlen uns doch bis jetzt alle Anhaltspunkte zu einer genaueren Berechnung der Zeiträume, welche zwischen diesen einzelnen Catastrophen verflossen sind, und vor der Hand können wir nur so viel sagen, daß sie ungemein lang gewesen sein müssen.

§. 6. Nicht nur in den mineralischen Bestandtheilen der festen Erdrinde kann man diese Aufeinanderfolge nachweisen, sondern auch und sogar in weit höherem Grade noch in den Resten der organischen Wesen, welche einst die Erde bewohnten. Die Reste der Thiere, welche auf der Erde lebten, der Pflanzen, die in den verschiedenen Zeiträumen wuchsen, sind zum großen Theil in steinige Massen verwandelt und in den Schichten der Erdrinde in einer festbestimmten Reihenfolge auf einander geschichtet, welche der Folge der Zeiträume entspricht, innerhalb welcher sie sich auf der Erdoberfläche entwickelten. Man hat sich vielmals darüber gestritten, ob diese fossilen Thiere und Pflanzen nicht in das Reich der Mineralogie gehören, da in der That bei den meisten die organischen Theile verschwunden und oft durch mineralische Bestandtheile ersetzt wurden, so daß nur die organische Form, nicht die organische Substanz erhalten wurde. Für uns und unseren speciellen Zweck kann diese Unterscheidung ziemlich gleichgültig sein; es kann uns hier genügen, zu wissen, daß in diesen, oft ungeheuer mächtigen Schichten von Thier- und Pflanzenresten eine ähnliche Reihenfolge herrscht, wie in den mineralischen Schichten. Die organischen Wesen der ältesten Zeiten zeigen die seltsam abweichendsten Formen, welche offenbar darauf hindeuten, daß sie zu andern Zwecken geschaffen waren und zu Zeiten existirten, während welcher die Existenz des Menschen unmöglich war; allmählich nähern sich im Laufe der Entwickelung diese Formen mehr dem menschlichen Typus und den mit dem Menschen zugleich die Erde bewohnenden Wesen. Die Schichten der Erdrinde bilden so ein zweites Register, nicht minder wichtig als das erste, in welchem Schritt für Schritt die Geschichte der organischen Natur auf der Erde eingetragen wurde und dessen Studium der Paläontologie oder Versteinerungskunde anvertraut ist.

Die Mittel, welche uns auf diese Weise geboten wurden zur Vervollständigung der Geschichte unseres Planeten, sind nicht gering; man glaube nicht, daß die organischen Reste nur hie und da zerstreut sich fänden; sie bilden ganze Schichten, ja oft Berge von mehren hundert Metern Höhe, die einzig und allein aus den Ueberresten untergegangener Thiere aufgethürmt

Digitized by Google

sind. Die Veränderungen, welche diese Schöpfungen, die sich folgten, im Laufe der Zeiten erlitten, sind in diesen Resten ausgeprägt, und durch die Anwesenheit bestimmter Fossilen kann man auf fast untrügliche Weise die Aufeinanderfolge der verschiedenen Epochen unserer Erdgeschichte bestimmen. Man hat die Petrefacten mit vielem Rechte den Münzen verglichen, welche die Völker der Erde als redende Zeugen ihrer Geschichte zurückgelassen haben, und wenn sie so einerseits Licht auf die Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde werfen, so darf andererseits nicht vergessen werden, daß hieraus wieder die wichtigsten Schlüsse auf die Temperatur der Erde in verschiedenen Zeiten, das Verhältniß der Climate, der Atmosphäre u. s. w. gezogen werden können.

§. 7. Die Paläontologie bildet einen der wesentlichsten Zweige der Geologie, und die auf ihr beruhenden Schlüsse erscheinen um so gewichtiger, als im Allgemeinen die organischen Schöpfungen, welche sich in verschiedenen Geschichtsepochen der Erde folgten, einen weit constanteren Charakter darbieten, als die mineralischen Ablagerungen derselben Epochen. Wir werden später sehen, daß die Gesteine, welche einem und demselben Zeitabschnitte angehören, im buntesten Wechsel, als Sandsteine, Mergel, Kalksteine u. s. w. auftreten können, ohne daß aus anderen Gründen die Gleichzeitigkeit ihrer Ablagerung bestritten werden könnte. Die fossilen Thiere und Pflanzen dagegen bieten stets eine gewisse Gleichförmigkeit der Vertheilung dar, und wenn auch in den Faunen und Floren derselben Epochen zuweilen Verschiedenheiten zwischen einzelnen Localitäten auftreten, so sind dieselben doch nie so durchgreifend, als bei den mineralischen Ablagerungen, und die Thatsachen, welche eine genaue paläontologische Bestimmung der Versteinerungen liefert, dienen oft in ihren Resultaten weit sicherer zur Bestimmung des relativen Alters einer Erdschicht, als die durch die gewöhnlichen Hülfsmittel der Geologie gewonnenen Resultate.

Allein wir dürfen bei dieser Gelegenheit nicht vergessen, wie innig die Paläontologie mit der Zoologie und der Botanik verschwistert ist und wie sie nur aus der Kenntniß der jetzt lebenden Formen auf diejenigen, welche früher lebten, zurückschließen kann. Die Paläontologie, aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, ist mehr eine auf geologische Verhältnisse angewandte Naturgeschichte, und es ist dem Vergessen dieses Principes zuzuschreiben, daß so viele Paläontologen auftraten, welche keine weiteren Kenntnisse über die jetzt lebenden Thieren und Pflanzen besaßen und nur auf den oft unvollständigen fossilen Rechten fußend manche Verwirrung und viel falsche Resultate in die Wissenschaft brachten.

Die Paläontologen unserer Tage streben indeß mehr und mehr, diese früher begangenen Fehler auszumerzen, und als schönstes Ziel der geläuterten Geologie steht dann die Aufgabe da, eine vergleichende Geographie der Erde

Digitized by Google

zu den verschiedenen Epochen ihrer Geschichte zu liefern; in jeder Periode nachzuweisen, welche Ausdehnung das Meer, welche Erstreckung die Continente und Inseln, die Binnenseen und Ströme hatten; welche Geschöpfe diese Länder und Gewässer bewohnten, welches etwa die climatologischen Verhältnisse zu dieser Zeit sein mußten — mit einem Worte, die Geschichte der Erde von Anfang an bis zu unseren Zeiten zu schreiben und zu jedem Blatte der Erdgeschichte auch die entsprechende Karte zu liefern. So anziehend diese Aufgabe erscheinen mag, so schwer ist in der That ihre Lösung.

2. Beziehungen der Geologie.

§. 8. Die Beziehungen der Geologie zu andern Wissenschaften sind sehr mannichfach und oft so innig, daß es in vielen Fällen schwer zu bestimmen sein möchte, wo die eine aufhört und wo die andere anfängt. In einem solchen Verhältnisse steht die Geologie zur Astronomie. Die Erde ist nur ein Stern unter Sternen, ein Planet unter Planeten; viele ihrer Verhältnisse können nur durch astronomische Hülfsmittel erforscht, durch Berechnungen, ähnlich denen, deren sich die Astronomen bedienen, genauer festgestellt werden. Die Dimensionen des Erdballs, seine allgemeine Form, die Gesetze der Bildung derselben können nur auf diesem Wege ermittelt werden, und unsere Schlüsse über die Natur des inneren Erdkerns und sein Verhältniß zu der äußeren, uns bekannten Kruste erhalten erst dann eine sichere Grundlage, wenn sie mit den sonstigen astronomischen Wahrheiten in Einklang gebracht werden. Die Beziehungen der Geologie zur Astronomie und die Entwicklung der Wahrheiten, welche die erstere von der letzteren entlehnt, sind bis jetzt oft nur zu sehr von den Geologen vernachlässigt worden.

Nicht minder wichtig sind die Beziehungen der Geologie zur eigentlichen Physik des Erdballs, zu derjenigen Wissenschaft, welche die allgemeinen physikalischen Verhältnisse des festen Gerüstes der Erde behandelt. Von ihr müssen wir entlehnen die Notizen über die Temperatur des Inneren der Erde, die zu den mannichfachsten geologischen Erscheinungen in der nächsten Beziehung steht und deren Erforschung in der neuesten Zeit so bedeutende Fortschritte gemacht hat, daß sie fast eine Wissenschaft für sich geworden ist.

Mineralogie und Chemie, die beide schon an und für sich unzertrennlich sind, stehen in ebenso naher Beziehung zu der Geologie, die Mineralogie beschäftigt sich mit der äußeren Form, den Kennzeichen und Eigenschaften der Gesteine, die Chemie mit ihrer inneren Zusammensetzung — die Resultate beider muß die Geologie kennen; denn sie beschäftigt sich ja gerade mit der Zusammensetzung der festen Erdrinde, welche einzig aus Mineralien aufgebaut ist, und viele geologische Erscheinungen können nur dann erklärt werden, wenn die Art der Steine, in welchen sich dies Phänomen zeigt, und deren Zusammensetzung auf das Genaueste gekannt ist.

Digitized by Google

So innig indessen auch die Beziehungen aller dieser Wissenschaften zu §. 9.
der Geologie sein mögen und so schwer es halten mag, in dem gegebenen Falle die Grenzen der einen und der anderen zu bestimmen, so unterscheidet sich doch die Geologie wesentlich von allen durch die Art und Weise, wie sie betrieben werden muß. Der Astronom belauscht die Sterne auf ihrem Durchgange mittelst seines Fernrohres, ohne sein Observatorium zu verlassen; der Chemiker analysirt in seinem Laboratorium die Mineralien, welche man ihm mittheilt und die der Mineralog in seinem Cabinete, ohne sich vom Platze zu bewegen, bestimmt hat. Dem Geologen ist es nicht so leicht gegeben. Man kann ihm die Gegenstände, welche er zu studiren hat, nicht in das Haus tragen, er muß zu ihnen hingehen, an Ort und Stelle ihre Lagerung, ihre Aufeinanderfolge, das Verhältniß der einzelnen Schichten zu einander studieren, der Geologe ist vor allen andern reisender Naturforscher; die Betreibung seiner Wissenschaft ohne Reisen ist eine reine Unmöglichkeit. Er bedarf der Reisen noch mehr als der Geograph, der die Erde nach ihrer äußeren Configuration studirt und der mit Hülfe guter Karten, genauer statistischer Nachweisungen, welche von Andern herrühren, die Erdoberfläche etwa in der Art studiren kann, wie die Astronomen den Mond. Der Geologe kann sich mit solchen Hülfsmitteln nicht begnügen; er muß selbst sehen und untersuchen, und dies ist so wahr, daß man dreist behaupten kann, daß wohl viele Geographen leben, die nur in der Studierstube gebildet wurden, aber kein einziger Geolog.

Diese Nothwendigkeit der Reisen und der Beobachtungen mußte um so mehr hier hervorgehoben werden, als man sich meistens gar sonderbare und falsche Begriffe von der Geologie macht. Unter einem Geologen versteht man gar oft noch einen Mann, der sich mit leeren Speculationen über den Ursprung der Welt und der Erde ins Besondere abgiebt, ohne der Beobachtung ihr Recht einzuräumen. Die Geologie, wie sie heute dasteht, ist eine reine Erfahrungswissenschaft; sie erlaubt sich freilich auch Schlüsse über die verschiedenen Zustände, die sie zu erforschen sucht; allein sie geht nur so weit, als die genaueste Beobachtung es ihr gestattet, und nur an der Hand der Erfahrung betritt sie den auf Thatsachen gestützten Weg, der sie zur Erkenntniß führen soll.

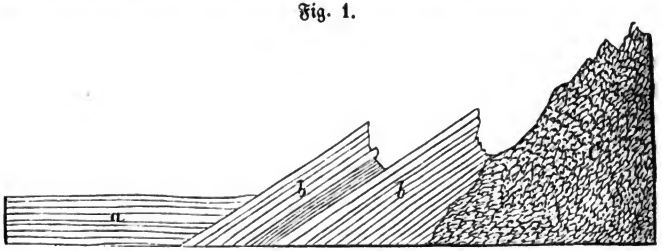
3. Zweige der Geologie.

Die Geologie an sich, als Wissenschaft betrachtet, kann noch in mehre §. 10.
untergeordnete Zweige zerlegt werden, die erst zusammen ein abgerundetes Ganze bilden. Die Stratigraphie ist einer dieser Zweige; sie ist die eigentliche Anatomie der Erdrinde, deren äußeres Portrait von der Geographie im engeren Sinne des Wortes gegeben wird. Man hat dies Wort

Digitized by Google

(von stratum, Schicht, Schichtenlehre) hauptsächlich auf diesen Zweig angewandt, weil die geschichteten Gesteine bei weitem an Masse in der Bildung der Erdrinde überwiegen. Die Stratigraphie erkundet die Uebereinanderlagerung der einzelnen Gebilde der Erdrinde, ihr locales Verhältniß zu einander, und oft giebt schon das einfache Studium der Lagerung, der Aufeinanderfolge der Schichten und ihr Verhalten zu den ungeschichteten Felsarten den einfachen Schlüssel zu dem äußeren Relief einer Gegend.

Fig. 1.



Gesetzt, man habe in Fig 1. eine Bergkette vor sich, welche an eine Ebene anstößt, und deren Gipfel in unregelmäßigen Höhen und Abständen einander folgen. Der Geograph wird diese Bergkette beschreiben, er wird bemerken, daß der Grad ihrer Fruchtbarkeit verschieden ist von dem der Ebene, daß sie bald größer, bald geringer ist, je nachdem die Zusammensetzung der Gesteine, ihr größerer oder geringerer Widerstand gegen das Durchsickern der Gewässer oder andere locale Verhältnisse dies bedingen. Der Stratigraph wird in's Innere dringen; er sieht, daß der Theil *b* der Kette aus gleichförmig übereinandergelagerten und unter einem bestimmten Winkel geneigten Schichten besteht, und diese einfache Beobachtung schon giebt ihm den Schlüssel zu ihrer eigenthümlichen Form. Er sieht, daß die gleichförmigen Abhänge der linken Seite die geneigten Schichtflächen, die unregelmäßigen Terrassen rechterseits Brüche der Schichten sind, und daß die Ebene *a* deshalb so eben ist, weil die sie bildenden Schichten horizontal liegen, während die Schichten *b* an den ungeschichteten Massen des Berges *c* anliegen und von diesen in die Höhe gehoben worden sind.

§. 11. In diesem einfachen Beispiel schon tritt uns ein anderer Umstand entgegen, welcher, wie die Erfahrung lehrt, einen durchgreifenden Unterschied zwischen den die feste Erdrinde bildenden Massen darstellt. Die einen nämlich sind in Schichten abgesetzt, welche meistens organische Ueberreste enthalten, die andern bieten unregelmäßige Absonderungsflächen dar, an welchen kein bestimmtes Gesetz der Regelmäßigkeit nachgewiesen werden kann. Die ersteren, die geschichteten Massen, sind gleichsam die Blätter des großen Buches, auf welchem die geologischen und paläontologischen Ereignisse verzeich-

Digitized by Google

net stehen; ihr Ursprung ist offenbar dem Wasser und namentlich dem Meere zu verdanken, aus dem sie sich allmählich abgesetzt haben. Man begreift sie meistens unter dem Namen der neptunischen Gebilde. Die ungeschichteten Gesteine dagegen werden mit Recht betrachtet als Producte des Feuers, d. h. als Gebilde, bei deren Erzeugung die Wärme eine bedeutende Rolle spielte, und um sie nicht mit den Vulkanen zu verwechseln, welchen man einen besonderen Platz anweisen muß, kann man sie als plutonischen Ursprunges bezeichnen. Sie sind aus dem Innern der Erde hervorgedrungen und haben die geschichteten Gesteine an vielen Orten emporgehoben, durchbrochen, in ihrer Structur theilweise verändert und metamorphosirt. Die Erdrinde bildet demnach gleichsam eine Art Gewebe, in welchem die geschichteten Gesteine den Zettel, die ungeschichteten den Einschlag darstellen.

Diese Eintheilung der Gesteine begreift demnach zugleich zwei ganz verschiedene Reihen von Einflüssen, unter deren Einwirkung die Erdrinde sich bildete. Die Erscheinungen, welche in Gefolge der Wirkungen des Gewässers sich bildeten, sind auf den geschichteten Gesteinen, die unter Einwirkung des Feuers entstandenen auf den ungeschichteten Gesteinen verzeichnet, und bei den ersteren namentlich tritt noch als wesentliches Moment die Anwesenheit der organischen Körper uns entgegen, deren Reste in den Schichten begraben liegen.

---

§. 12. Es wurde schon früher angeführt, wie die Geologie nur einen Theil der Geographie im weiteren Sinne des Wortes darstellt. Ein Zweig der Geographie, die Orographie, beschäftigt sich hauptsächlich mit der Untersuchung der Gebirge, der Beschreibung ihrer Lage, ihrer Höhen, ihrer Cultur- und Vegetationsverhältnisse; das Verhältniß der einzelnen Gebirgsketten zu einander und zu den Thälern und Ebenen, die von ihnen abhängig sind. An diesen Zweig der Geographie schließt sich nun die Geologie zunächst an; die Orographie liefert das Bild der äußeren Gestalt, die Stratigraphie dann die Anatomie der Gebirgsmassen, die Lagerung ihrer Schichten, das Verhältniß der einzelnen Glieder zu dem Ganzen der Gebirgskette; kurz die anatomische Zergliederung des Gebirgsskelettes.

§. 13. Eine oberflächliche Betrachtung der Gebirgsschichten zeigt indeß schon, daß sie nicht überall homogen aus denselben Massen bestehen, sondern im Gegentheile aus den verschiedenartigen Substanzen zusammengesetzt sind, deren Farbe, Zusammensetzung, Härte u. s. w. in den mannichfachsten Abstufungen wechselt. Die Gesteine oder Felsarten, welche die verschiedenen Schichten bilden, sind aber meist nicht einfache Mineralien, wie man sie in den Vorträgen über Mineralogie ihren Krystallen und regelmäßigen Formen,

Digitized by Google

so wie ihrer Zusammensetzung nach kennen lernt, sondern Conglomerate aus verschiedenen Arten solcher Mineralien, die zusammen ein Ganzes bilden. So ist der Granit, eine allgemein bekannte Felsart, eine Gemenge mehrer einfacher Mineralien, die aber zusammen ein wohl charakterisirtes Ganzes bilden. Dies eine Beispiel möge genügen, um zu zeigen, daß das mineralogische Studium allein nicht ausreicht, wenn es sich um geologische Untersuchung der Erdrinde und ihrer einzelnen Theile handelt, sondern daß dann noch das Studium und die Kenntniß der Felsarten und Gesteine zu Hülfe gezogen werden muß. Dieser Theil der Geologie, den man die Oryktognosie zu nennen pflegt, schließt sich demnach in ähnlicher Weise an die Mineralogie an, wie die Stratigraphie, und diese beiden Wissenschaften zusammengenommen bilden so recht eigentlich das thatsächliche Fundament, die durch Beobachtung darstellbare Grundlage der Geologie.

§. 14. Man hat beide zusammen, Oryktognosie und Stratigraphie, unter dem gemeinschaftlichen Namen der Geognosie begriffen. Diese ist demnach eine rein empirische Wissenschaft; frei von allen Vorwürfen, die man öfter der Geologie im Allgemeinen gemacht hat. Die Geognosie sucht nur Thatsachen auf, deren Interpretation ihr sehr ferne liegt, und oft findet man in Steinbrüchen, Bergwerken und ähnlichen Unternehmungen durchaus tüchtige, praktisch gebildete Geognosten, denen die Speculationen der Gelehrten durchaus unbekannt sind. Die Geognosie bekümmert sich nur um das Gegebene und Vorhandene; sie weist an diesem oder jenem Orte die Existenz von Schichten in gewisser Lagerung nach, bestimmt die Bestandtheile ihrer Zusammensetzung, kümmert sich aber weiter weder um den Grund dieser Lagerung, noch um die Ursache der gefundenen Zusammensetzung.

§. 15. Allein der menschliche Geist kann sich mit einem solchen Haufen von Thatsachen nicht begnügen; sie müssen geordnet, gesichtet, in gehörigen Zusammenhang gebracht, und die natürlich daraus hervorgehenden Schlüsse müssen gezogen werden. Dies ist die Aufgabe der Geogenie, des speculativen Theiles der Geologie. Diese letztere Wissenschaft sucht auf die näheren und entfernteren Gründe der Erscheinungen einzugehen, sie entwickelt die Ursachen, welche den einzelnen Thatsachen unterliegen, und erhebt sich so Schritt für Schritt bis zu dem Urzustande der Erde, zu Speculationen über ihre ursprüngliche Gestalt, über die Gesetze, welche ihrer Bildung zum Grunde liegen, und die Ursachen, von welchen die successiven Veränderungen des Erdballs abhängen. Solche Speculationen dürfen nicht außer Acht gelassen werden, wenn man gleich nur vorsichtig von ihnen Gebrauch machen und nur so weit sie treiben darf, als der thatsächliche Grund und Boden, von welchem man ausgeht, es erlaubt. Sie verhalten sich etwa zu der Geognosie, wie die Lehre von den Funktionen des menschlichen Körpers,

Digitized by Google

oder die Physiologie, sich zu ihrer factischen Grundlage, nämlich der Anatomie, verhält. Die Geognosie liefert die Anatomie des Erdkörpers; die Geogenie benutzt diese Thatsachen zum Aufbauen ihres theoretischen Gebäudes, und beide Wissenschaften bilden so zwei parallele Reihen analoger Kenntnisse, die auf denselben Quellen beruhen.

Digitized by Google

Erſtes Kapitel.

Einige phyſikaliſche Verhältniſſe der Erde.

4. Geſtalt der Erde.

§. 16. Die Erde iſt keine vollkommen runde Kugel, ſondern ein an den Polen abgeplattetes Sphäroid, deſſen durch die Pole genommener Durchmeſſer etwas kleiner iſt als derjenige durch den Aequator. Dieſe Abplattung iſt indeß ſo gering, daß man in gewöhnlichen Verhältniſſen ſie durchaus außer Acht laſſen und die Erde als eine regelmäßige Kugel annehmen kann. Vom Monde aus geſehen würde ſich die Erde als vollkommene Kugel darſtellen, ganz ſo wie uns die meiſten Himmelskörper täglich erſcheinen, trotz der auch bei ihnen vorkommenden Abplattung. Nur bei den großen Planeten, deren Durchmeſſer bedeutend genug iſt, laſſen ſich durch mikrometriſche Meſſungen die Abplattungen conſtatiren. Der Grund der bedeutenderen Aufwulſtung des Erdkörpers in der Gegend des Aequators läßt ſich leicht einſehen. Die Erde dreht ſich um eine Axe, deren Endpunkte durch die beiden Pole dargeſtellt werden. Die Centrifugalkraft der einzelnen Theile, welche durch dieſe Rotation entwickelt wird, iſt um ſo bedeutender, je weiter man ſich von der Axe entfernt oder, mit andern Worten, je näher man der Linie kommt. Da dieſe Centrifugalkraft aber der Gravitation nach dem Mittelpunkte der Erde hin entgegenwirkt, ſo werden ſich die beweglichen Theile der Erde namentlich, d. h. die flüſſigen, in bedeuterem Maaße um den Aequator anſammeln, und ſo lange die ganze Maſſe der Erde noch flüſſig, halbflüſſig oder weich war, mußten auch ihre jetzt conſolidirten Beſtandtheile dieſer Wirkung der Rotation folgen und ſo die Geſtalt des Sphäroids erzeugen. Indeß iſt die Abplattung ſo gering, daß ſie, ſelbſt bei bedeutend großen künſtlichen Globen, nicht in Betracht gezogen werden kann, denn ſie beträgt nur etwa $^1/_{305}$, d. h. an einem Erdglobus von 305 Millimetern Durchmeſſer (etwa ein Fuß) würde die Abplattung 1 Millimeter betragen, mithin eine kaum meßbare Größe darſtellen.

§. 17. Man hat auf verſchiedene Art die Größe der Abplattung zu beſtimmen geſucht und iſt auf Reſultate gekommen, die um Einiges von einander ab-

Digitized by Google

weichen; das wahrscheinlichste Mittel bleibt indeß das angeführte, nämlich daß der Durchmesser der Erde am Aequator sich zu demjenigen an den Polen wie 305 zu 304 verhält. Man hat nach dieser Voraussetzung die einzelnen Dimensionen der Erde berechnet, und d'Aubuisson namentlich hat diese Berechnungen so ausgeführt, daß seine Resultate noch jetzt tadellos dastehen. Es wird dabei von den kleinen Unebenheiten der Erdrinde, die wie eine rauhe Schale unsern Planeten umgiebt, abgesehen und nur auf die geometrische Gestalt Rücksicht genommen. Zudem sind diese Unebenheiten, Berge und Thäler, im Verhältniß zu dem Ganzen so unbedeutend, daß sie füglich außer Acht gelassen werden können.

Bei der Annahme einer Abplattung von $^1/_{305}$ beträgt:

Der Radius der Erde am Aequator	6376851	Meter.
Der Radius der Erde an den Polen	6355943	»
Unterschied oder obsolute Größe der Abplattung	20908	»
Mittelgröße des Erdradius . . .	6366397	»
Der Erdradius bei 45 Grad Breite	6366407	»
Der Erdradius zu Paris	6364551	»
Der Radius einer Kugel, welche ein eben so großes Volumen als die Erde hätte, würde betragen . .	6369874	»
Der Radius eines Kreises, dessen Länge derjenigen eines Meridianes gleichkäme	6366100	»
Die Oberfläche der Erde	5098857	Quadrat-Myriameter.
Das Volumen der Erde	1082634006	Cubik-Myriameter.

Man hat bekanntlich den Aequator so gut als die Meridiane in Grade abgetheilt, deren 360 auf den Kreis gehen. Die Breitengrade würden gleiche Größe haben, wäre nicht die Abplattung, welche Ursache ist, daß sie nach den Polen zu etwas kleiner werden; im Durchschnitt nimmt man ihre Länge zu . . . . . 111 111 Meter an.
Der 45ste Breitengrad würde aber ein Länge von 111 115 Meter haben.
Die Längengrade nehmen beständig gegen die Pole hin ab; der Längengrad bei 45 Graden beträgt 78828 Meter.

---

§. 18. Zur Vervollständigung der nothwendigen Kenntnisse, ohne welche ein Verständniß der meisten Reisen und Distanzenangaben nicht möglich wäre, gehört noch eine Angabe der gewöhnlich angewandten Wegmaße.

Der Meter, welcher die Basis der neueren in Frankreich üblichen Maße bildet, ist bekanntlich der zehnmillionste Theil des Viertels eines Meridian-

Digitized by Google

kreises oder, mit andern Worten, der Meridianbogen hat 40 Millionen Meter Länge. Ein Kilometer hat 1000 Meter; ein Myriameter 10,000 Meter.

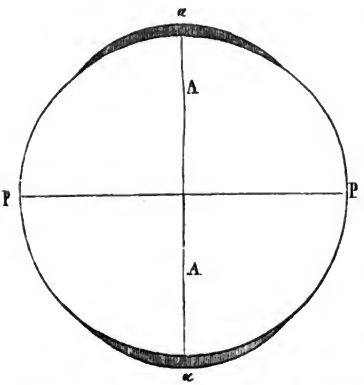
Die gewöhnliche französische Stunde		
25 auf einen Grad (Lieue de France)	4444,4	Meter.
Die Seestunde (Lieue marine)		
20 auf den Grad	5555,5	»
Die geographische oder deutsche Meile, 15 auf den Grad	7407,0	»
Die Seemeile, 60 auf den Grad	1851,85	»
Die englische Meile	1609,31	»
Die russische Werst	1070,0	»
Das Stadium der Alten etwa	100,0	»

Mehre dieser Wegmaße werden allmählich ganz aus dem Gebrauche des Volkes schwinden. Die französische Stunde ist nur wenig noch im gemeinen Leben üblich; und die Stunde eines jeden Landes hat, ebenso wie der Fuß, ihre eigenthümliche Länge, wodurch die größten Verwirrungen entstehen; die deutsche Meile braucht man nur noch im Norden Deutschlands und in vielen geographischen Werken, während man im Süden nach sehr verschieden langen Stunden die Distanzen berechnet; hinsichtlich der russischen Werst wird man im Allgemeinen, wenn es sich nicht um ganz genaue Rechnungen handelt, keinen Fehler begehen, wenn man sie dem Kilometer gleichsetzt. Die Seemeile hingegen und die Seestunde werden deshalb nie außer Gebrauch kommen, weil beide für die Seefahrer von großer Bequemlichkeit sind. Die Seekarten sind nämlich meist in der Art eingerichtet, daß der Aequator nebst den Breitengraden als gerade Linien, die Meridiane als senkrechte Parallelen darauf projicirt sind. Die Grade sind in Minuten (oder Seemeilen) und Seestunden abgetheilt, und diese Projektionen sind deshalb so bequem für die Schifffahrer, weil ihre Fahrt, wenn sie mit derselben Windrichtung und mit demselben Striche segeln, durch eine einfache, mehr oder minder diagonale gerade Linie auf der Karte bezeichnet werden kann. Die englische Meile ist das unbequemste Wegmaß von allen. Sie hat keine bestimmte Beziehung zu einem Grade; so daß es immer weitläufiger Rechnungen bedarf, um die darin gegebenen Entfernungen zu reduciren; und da außerdem die Engländer sich sowohl der englischen Meilen als auch der Seemeilen in ihren Angaben bedienen und beides Meilen nennen, so fällt es oft schwer, wenn nur einfach das Wort Meilen steht, zu wissen, welche Art von Meilen gemeint sei. Im Allgemeinen kann man sich an die Regel halten, daß in englischen Werken die Angaben der Distanzen zu Land in englischen Meilen, diejenigen der Distanzen zur See in Seemeilen gegeben sind.

Digitized by Google

§. 19. Es wurde oben darauf aufmerksam gemacht, daß die Länge der Breiten- und Längengrade nicht überall dieselbe sein könnte, da die Erde keine regelmäßige Kugel darstellt. Zu manchen Berechnungen indeß ist es äußerst vortheilhaft, die Erde als Kugel anzusehen, um welche ein in der Mitte dickerer Gürtel gelegt ist, welcher im Durchschnitte als ein Meniskus erscheint. Die Dicke dieses Meniskus (*a* Fig. 2.) ist am bedeutendsten im Aequator selbst und nimmt allmählich nach den Polen hin ab. Bei den Gradmessungen muß immer auf diese Dicke des Meniskus Rücksicht genommen werden, und es ist in der That sogar aus astronomischen Gründen wahrscheinlich, daß die Erdrinde in der Gegend des Meniskus dicker ist als an andern Orten.

Fig. 2.



PP die beiden Pole an den Endpunkten der Erdaxe. *AA* der Aequator, *aa* Meniskus, auf die Erdscheibe aufgesetzt.

§. 20. Die einfachste Art, die Länge eines Grades zu messen, ist die geometrische oder unmittelbare Gradmessung. Das Himmelsgewölbe ist bekanntlich, eben so wie die Erde, für die Astronomen in Grade abgetheilt, die denen der Erde entsprechen. Man braucht deshalb nur die Entfernung zu messen, welche man auf der Erde zurücklegen muß, um die vertikale Linie des Zenithes an dem Himmel um einen Grad vorgerückt zu sehen, und man hat unmittelbar die Länge des Grades.

Es sind Gradmessungen in verschiedenen Weltgegenden ausgeführt worden; allein, auch abgesehen von den Krümmungsverhältnissen unserer ellipsoidischen Erde, geben diese in Lappland, Rußland, Frankreich, Peru und Ostindien angestellten Operationen kein ganz übereinstimmendes Resultat. Man hat geglaubt, es liege dies an der größeren oder geringeren Genauigkeit der angewandten Methoden; es ist aber wahrscheinlicher, daß selbst die unmittelbar verschiedene Dicke der Erdrinde einen Einfluß auf diese abweichenden Ergebnisse haben mag. Die Anziehung, welche die Masse der Erde auf das Pendel ausübt, kann an gewissen Orten eben durch eine verschiedene Dicke der Erdrinde sehr modificirt und dadurch locale Abweichungen hervorgebracht werden, die einen weit bedeutenderen Einfluß auf die Resultate der Messung ausüben müssen, als alle übrigen Verhältnisse zusammenge-

Digitized by Google

nommen. Es würde zu weit führen, hier in specielle Erörterungen dieses Gegenstandes eingehen zu wollen; er mußte aber berührt werden, um zu zeigen, wie auch hier, in einer scheinbar rein mathematischen und astronomischen Frage, die Geologie betheiligt sein kann, indem es an dieser Wissenschaft ist, zu entscheiden, ob die Erdrinde wirklich am Aequator dicker sei als an den Polen, und ob diese Verschiedenheit der senkrecht anziehenden Massen, des flüssigen Kerns und der festen Rinde, einen Einfluß auf das Pendel haben können.

5. Die innere Erdwärme.

§. 21. Die Temperatur des Innern der Erde ist ein Thema, welches seit einem Jahrhunderte etwa viele und tüchtige Beobachter beschäftigte, und obgleich man ziemlich allgemein dasselbe jetzt erschöpft zu haben glaubt, so werden doch die nachfolgenden Thatsachen zeigen, daß die Vervielfältigung der darüber angestellten Versuche sehr zu wünschen wäre, indem noch gar manche Punkte von großer Wichtigkeit aus Mangel an hinreichenden Beobachtungen unerklärt bleiben müssen.

Man war seit längerer Zeit schon darauf aufmerksam geworden, daß im Inneren der Bergwerke und der Minen eine bedeutend höhere Temperatur herrsche als an der Oberfläche des Bodens. Die ersten Versuche, welche zum Zwecke hatten, diese Erhöhung der Temperatur im Inneren der Erde nachzuweisen, wurden vielleicht von Jean Salle in den Bergwerken von Giromagny in den Vogesen gemacht, und später wiederholten, um nur die besseren Bearbeiter dieser Frage zu nennen, von Humboldt, d'Aubuisson diese Versuche in Freiberg, Bousfingault in Columbia, Cordier in verschiedenen Bergwerken Frankreichs, englische Beobachter in Cornwall, Schottland u. s. w. Die früheren Versuche waren sehr mangelhaft, denn die Beobachtungen, so leicht sie auch erscheinen mögen, sind dennoch mit vielen Schwierigkeiten verknüpft, und gar manche Verhältnisse, welche störend auf die Resultate einwirken können, waren theils früher nicht gekannt, theils steht es oft nicht einmal in der Macht der Beobachter dieselben zu beseitigen. Die älteren Beobachtungen können deshalb auch nur bestätigen, daß im Allgemeinen die Temperatur der Erde nach innen zunehme und somit die Thatsache außer Zweifel stellen; im Uebrigen stimmen sie so wenig unter sich überein, daß das Maß dieser Zunahme nach innen nicht aus ihnen hergeleitet werden kann.

§. 22. Man hat verschiedene Methoden versucht, um das gestellte Problem zu lösen. Die unvollkommenste war ohne Zweifel diejenige, die Temperatur der Luft in den Minen zu bestimmen und dieselbe mit der an der Oberfläche herrschenden Temperatur zu vergleichen. Man begreift leicht, daß die Luftzüge,

Digitized by Google

welche in den Bergwerken herrschen, die Gegenwart der Beobachter selbst in den oft kleinen, eingeschlossenen Räumen, oder der Arbeiter in den größeren Stollen, die Beweglichkeit des luftigen Elements überhaupt und die Schnelligkeit des Austausches seiner verschiedenen Temperaturen eine solche Bestimmung höchst unzuverlässig machen müssen, zumal wenn der Beobachter nur im flüchtigen Durchstreifen der Gänge die Temperatur nimmt und nicht an besonders aufgestellten Thermometern häufig wiederholte Beobachtungen anstellt.

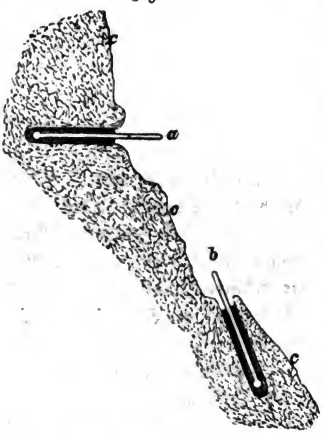
§. 23. Eine bessere Methode glaubte man durch die Bestimmung der Temperatur der Grubengewässer gefunden zu haben. Wenn freilich die Quellen und springenden Wasser, welche sich so oft in den Bergwerken finden, in horizontaler Richtung flössen, so könnte diese Bestimmungsmethode genaue Resultate liefern, denn die Wasser würden dann die Temperatur des Gesteins annehmen, durch welches sie fließen, und dann müßte am Orte ihres Ausflusses ihre Temperatur diejenige des umgebenden Gesteines geben. Meistens aber kommen diese Gewässer von oben herab oder von unten herauf, bringen mithin eine kältere oder wärmere Temperatur mit sich, und aus diesem Grunde sind die aus solchen Bestimmungen hervorgegangenen Resultate meist sehr falsch und verwerflich. Die Messung der stehenden Wasser in den Gruben ist ebenfalls unzuverlässig; sind dieselben tief, so bietet ihre Temperatur, der von unten aufsteigenden Ströme wärmeren Wassers wegen, eine Mittelzahl zwischen der normalen Temperatur an ihrer Oberfläche und derjenigen ihres Bodens; sind sie nur sehr seicht, so wirken Verdunstung und äußere Lufttemperatur verderblich auf das Resultat ein, und zudem kann man nie sicher sein, ob nicht Zuflüsse von oben oder unten her solche stagnirende Grubenwasser unterhalten und ihre Temperatur ändern.

§. 24. Die einzig sicheren Resultate können mithin nur durch die Messung der Temperatur des Gesteines selbst geliefert werden. Auch hier indeß dürfen manche Vorsichtsmaßregeln nicht versäumt werden. Es versteht sich von selbst, daß nur in dem festen Gesteine die Löcher gebohrt werden dürfen, in welchen man die Thermometer befestigen will, daß nicht unmittelbar nach der Bohrung der Löcher oder gar nach dem Sprengen derselben beobachtet werden darf, da die Bearbeitung des rohen Gesteines Wärme entwickelt; es müssen ferner die Thermometer an bestimmten Standorten fest aufgestellt werden, und zwar so viel möglich an Orten, welche wenig besucht und den Arbeitern unzugänglich sind, so daß nur wenig Luftzug dieselben treffen kann. Man hat sie zu diesem Endzwecke öfter in verschlossenen Nischen hinter Glas aufgestellt. Die Bohrlöcher, in welchen die Thermometer aufgestellt werden, müssen so tief als möglich in das Gestein eingetrieben werden, und zwar in einer solchen Richtung, daß die Thermometerkugel so weit als möglich von der Oberfläche des Gesteines entfernt ist, denn da das Gestein

Digitized by Google

Wärme leitet, so wird seine Oberfläche bis zu einer gewissen Tiefe stets mit den Oscillationen der umgebenden Luft in einem gewissen Verhältniß stehen, und das Resultat wird in diesem Falle kein gleichförmiges sein. So würde in der beigefügten Figur das Thermometer *a* sehr gut aufgestellt sein, weil seine Kugel von der Oberfläche *c* des Gesteines sehr weit entfernt ist, während eine Stellung, wie die des Thermometers *b*, durchaus verworfen werden müßte, der großen Nähe der Oberfläche wegen.

Fig. 3.



Die Löcher, in welchen die Thermometer aufgestellt werden, müssen ferner so trocken als möglich sein, da die Gegenwart von Wasser die bedeutendsten Störungen herbeiführen könnte; und dann, wenn alle die genannten Vorsichtsmaßregeln erfüllt sind, können erst die Thermometer aufgestellt werden, und zwar in der Art, daß nur der Ort der Skala, wo die Quecksilbersäule etwa stehen bleiben wird, aus dem Loche hervorschaut, welches man ganz mit Sand füllt, um den Zutritt der Luft und die dadurch bedingten Schwankungen abzuhalten. Die Skala selbst muß so gestellt sein, daß der Beobachter sein Auge in einen rechten Winkel zu ihr bringen kann, da bekanntlich bei schiefem Ablesen Beobachtungsfehler unvermeidlich sind.

§. 25. Man hatte auch an dieser Methode allerlei auszusetzen, indem man namentlich glaubte, die Zersetzung der Schwefelmetalle und anderer leicht zersetzbarer Mineralien und Erze möge eine Wärmequelle sein, deren Wichtigkeit man sogar so hoch anschlug, daß man aus ihr einzig die erhöhte Temperatur des Gesteines und der Gruben ableiten zu können glaubte. Cordier's Versuche in mehren Bergwerken Frankreichs, wo namentlich Schwefelkiese ausgebeutet werden, haben die Grundlosigkeit dieser Annahme nachgewiesen, und was die Erhitzung des Gesteines durch Grubenlichter, Arbeiten u. s. w. betrifft, so hat man in den Gruben von Cornwallis Versuche angestellt, die auch hier nachweisen, daß man diese Wärmequellen weit übertrieben hat. Die Grubengewässer einiger Minen in Cornwallis, welche aus verschiedenen Tiefen herstammen und in einem großen Becken sich sammeln, zeigen eine Temperatur von 10 Graden über derjenigen der Quellen jener Gegend. Da man aber die wärmende Kraft eines Grubenlichtes und einer Bergwerkslampe eigens zu dem Zwecke dieser Berechnung

Digitized by Google

bestimmte, so ließ sich leicht finden, daß alle Grubenlichter sämmtlicher Arbeiter nicht hinreichen würden, die Menge der so gesammelten Grubenwasser nur um ein Zehntel Grad zu erhitzen, und es ist somit der Beweis geliefert, daß die Gegenwart der Arbeiter und der Grubenlichter in den Bergwerken durchaus nicht als eine Wärmequelle für das Gestein angesehen werden kann.

Die genauesten und folgerichtigsten Untersuchungen, welche wir über die §. 26.
Zunahme der Temperatur im Innern der Bergwerke besitzen, sind von Professor Reich in Freiberg angestellt worden mit Hülfe der königlich sächsischen Bergwerksoffiziere. Es wurde dabei auf folgende Art verfahren. Die Thermometer, deren man sich bediente, hatten sehr große Kugeln, welche, der Bequemlichkeit wegen, eine cylindrische Form hatten und sehr lange enge Röhren, so daß mithin der Ausschlag an der Skala sehr bedeutend war. Diese letztere war in Zehntelgrade eingetheilt, und jedes Zehntel Grad war noch so groß, daß man mit ziemlicher Sicherheit ein Funfzigstel, ja selbst ein Hunderttheil von einem Grade abschätzen konnte. Die Länge der Skala war demnach sehr groß. Die Thermometer wurden, ihrer Zerbrechlichkeit halber, nicht unmittelbar in die Löcher eingelassen, sondern zuvor in messingene Röhren gesteckt, dann eingesetzt und nun die Bohrlöcher sowohl als die Röhre so fest als möglich mit feinem Sande erfüllt. Vor und nach jeder Beobachtung wurde der Nullpunkt des Thermometers verificirt, da bekanntlich dieser bei guten Thermometern nach einiger Zeit wechselt. Man hatte sich außerdem überzeugt, daß der zunehmende Luftdruck in der Tiefe der Gruben keinen Einfluß auf die Thermometer hatte. Die Orte, wo man sie aufstellte, wurden so gewählt, daß sie den Arbeitern unzugänglich waren und außerdem so viel als möglich in derselben vertikalen Linie lagen. Das oberste Thermometer wurde 1—3 Meter unter der Oberfläche des Bodens eingesenkt, und zwar in festes Gestein, nie aber in Gerölle oder Schutt. War dies nicht möglich, so wurde der oberste Endpunkt oder die mittlere Bodentemperatur an der Oberfläche aus der aufsteigenden Reihe der Beobachtungen berechnet. Jedes Thermometer wurde wenigstens mehre Male in einem Monate beobachtet, und da die Zahl der angewandten Instrumente sehr bedeutend war, so wurden in dem Zeitraume von 1829 bis 1831, während 18 Monaten, 12936 Beobachtungen angestellt. Eine solche Vervielfältigung der Beobachtungen ist nöthig, um die mannichfaltigen kleinen Fehlerquellen aufzuheben, welche trotz aller Vorsicht vorhanden sind. Die aus diesen zahlreichen Beobachtungen gezogenen Mittel verdienen aber dann auch alles Vertrauen, und es ist nur zu wünschen, daß dem Beispiel des sächsischen Bergwerkscorps gefolgt und an anderen Orten eben so vollständige Beobachtungen angestellt werden mögen.

Um einen Ausgangspunkt für die Berechnung zu haben, wurde auch die mittlere Temperatur der Luft in Annaberg, wo die Beobachtungen angestellt

Digitized by Google

wurden, bestimmt. Hierbei stellte sich nun das interessante Ergebniß heraus, daß diese mittlere Lufttemperatur nicht, wie dies in vielen Ländern der Fall ist, derjenigen des Bodens gleichkam, sondern daß zwischen beiden ein Unterschied von 1°C. etwa bestand. Es ist bekannt, daß die mittlere Bodentemperatur eben so gut wie die mittlere Lufttemperatur in einem bestimmten Maße abnimmt, zu je größerer absoluter Höhe man sich erhebt; allein die Reich'schen Versuche haben nachgewiesen, daß in dem Erzgebirge wenigstens diese Abnahme nicht gleichmäßig für beide Temperaturen ist, und daß während man sich um 193,m4 erheben muß, um die Bodentemperatur um einen Grad des Celsius'schen Thermometers abnehmen zu sehen, die mittlere Temperatur der Luft schon bei 174,m2 um einen Grad abnimmt. Der Boden bleibt demnach wärmer als die Luft, und je höher man sich erhebt, desto größer ist der Unterschied. Es hält schwer, diese Erscheinung zu erklären; ob es der längeren Schneebedeckung der höheren Gegenden zugeschrieben werden darf, ist zweifelhaft. Der Schnee ist freilich ein sehr schlechter Wärmeleiter und verhindert somit den Frost in den Boden einzudringen.

§. 27. Wie dem auch sei, die Zusammenstellung der Reich'schen Versuche ergiebt, daß im sächsischen Erzgebirge im Inneren der Minen die Temperatur des Gesteines in bestimmtem Verhältnisse zu der Tiefe zunimmt und zwar für 41m84 um einen Grad.

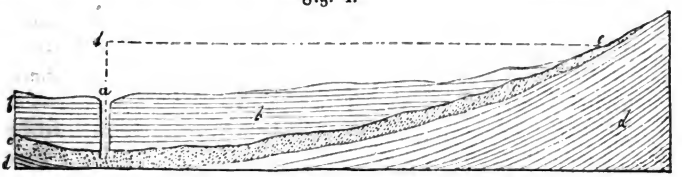
§. 28. Es wird noch von weiteren Untersuchungen abhängen, zu bestimmen, ob dies Resultat als ein allgemeines, für die ganze Erde geltendes Gesetz angesehen werden kann. Versuche, in anderen Weltgegenden angestellt, scheinen anzudeuten, daß dem nicht so sei, und daß vielleicht die Leitungsfähigkeit des Bodens für die Wärme, welche nicht überall die gleiche scheint, bedeutendere Unterschiede bedingt. So fand man, um nur zwei Extreme anzuführen, daß in den uralischen Bergwerken die Wärme schon auf je 23 — 26 Meter um einen Grad zunahm, während andrerseits in Schottland erst auf je 63 Meter Tiefe ein Grad Wärme mehr gefunden wurde. Indeß ist hier, wie bei allen übrigen in Bergwerken gefundenen Resultaten, die sich um die Reich'sche Mittelzahl innerhalb der so eben angegebenen Grenzen gruppiren, zu bemerken, daß keine Bezahlungen mit so viel Sorgfalt angestellt wurden und daß eine direkte Vergleichung deshalb unmöglich ist.

§. 29. Ein zweites Mittel, die Temperatur des Inneren der Erde zu messen, wird uns durch die artesischen Brunnen gegeben, welche in neuester Zeit bekanntlich bis in bedeutende Tiefen getrieben wurden. Ein artesischer Brunnen beruht im Ganzen auf sehr einfachen Verhältnissen. Man legt diese Bohrlöcher in solchen Gegenden an, wo poröse Gesteine das Wasser der Oberfläche nach innen einsickern lassen und Mangel an laufenden Quellen vorhanden ist. Man treibt das Bohrloch durch diese porösen Schichten hindurch, bis man auf die sogenannten wasserführenden Schichten trifft,

Digitized by Google

meist sandige Felsarten oder völlige Sandlager, welche durch undurchdringliche Thon- und Mergelschichten oben wie unten eingeschlossen sind. Da aber solche Schichten meist, wie wir später sehen werden, ziemlich regelmäßige Becken bilden, so sammelt sich das Wasser in den tieferen Punkten des Beckens an; nach oben und unten kann es der undurchdringlichen Schichten wegen nicht entweichen, vielleicht findet es zuweilen Ausflüsse in das Meer. Wird nun ein senkrechtes Bohrloch *a* durch die oberen Gesteinschichten bis in das wasserführende Sandlager eingetrieben, so wird das Wasser mit einem der Tiefe des Beckens entsprechenden Drucke in die Höhe steigen. In der beifolgenden Figur sei *a* das Bohrloch, *b* die porösen oberen Lager, *c* die wasserführende Sandschicht, *d* die unterliegenden Gesteinsschichten, so wird der Krümmung des Beckens zufolge das Wasser mit einem der Höhe *e*, wo das Sandlager zu Tage geht, entsprechenden Drucke in dem Bohrloche bis zu *f* in die Höhe steigen. Dies geschieht in allen wohlberechneten artesischen Brunnen; derjenige von Grenelle z. B. springt so hoch, daß in das ganze Viertel der Stadt Paris, das auf dem linken Seineufer liegt, sein Wasser geleitet werden konnte.

Fig. 4.



§. 30. Im Allgemeinen ergeben die Temperaturbestimmungen in den Brunnen eine weit schnellere Zunahme als in den Bergwerken, nämlich im Durchschnitte 1°C. für 30 Meter Tiefe.

Das Bohrloch von Grenelle ist 540 Meter tief, und das daraus entfließende Wasser hat 28°C. Wärme. Die Abkühlung, welche das Wasser erleiden müßte, während es durch die Röhre aufsteigt, könnte a priori für sehr bedeutend angesehen werden, ist es aber in der That nicht, und zwar deshalb, weil es in gewaltiger Menge und mit bedeutender Schnelligkeit hervorströmt. Wie unbedeutend diese Abkühlung sei, ergiebt sich schon daraus, daß in den Reservoirs, ja sogar in den laufenden Brunnen des linken Seineufers das Wasser fast noch dieselbe Temperatur hat, trotz dem, daß es oft weite Strecken durch enge, nur sehr oberflächlich gelegte Röhren zurückgelegt hat.

Man kann die Berechnung der am Bohrloche von Grenelle erhaltenen Resultate auf zweierlei verschiedene Arten vornehmen. Die mittlere Lufttemperatur ist in Paris der mittleren Bodentemperatur gleich, beträgt mithin

Digitized by Google

+ 10,6 C. Geht man von dieser Zahl aus, so erhält man eine Temperaturzunahme von 1° C. auf je 31,m9 Tiefe.

Indessen besitzt man in Paris noch einen andern Ausgangspunkt, der wohl geringeren Schwankungen unterworfen sein dürfte. In den 28 Meter tiefen Kellern des Observatoriums sind feste Thermometer aufgestellt, die eine constante Temperatur von 11,°7 C. zeigen, und deren jährliche Schwankungen, wie wir bald sehen werden, gleich Null zu setzen sind, da sie wirklich außerhalb der Grenzen der Beobachtung fallen. Geht man nun von dieser constanten Temperatur aus, so findet man statt 31,m9 vielmehr 31,m4 je auf einen Grad des hunderttheiligen Thermometers, und es scheint diese größere Zunahme in der Tiefe darauf hinzudeuten, daß die obere Erdschichte verhältnißmäßig mehr Wärme verliert, mithin besser leitet als die unteren.

§. 31. Der bekannte Physiker de la Rive in Genf hatte Gelegenheit, an einem artesischen Brunnen von 223,m7 Tiefe in der Nähe dieser Stadt Beobachtungen anzustellen. Dieser Brunnen bot noch die Eigenthümlichkeit dar, daß er kein fließendes Wasser enthielt, sondern vielmehr mit einer zähen Schlammschicht bis nahe an den Rand gefüllt war, innerhalb welcher ein Austausch der Temperaturen unmöglich schien. Jede Parthie des Schlammes zeigte demnach die Temperatur der umgebenden Wände des Brunenrohres an. Man senkte die Thermometer stets tiefer und tiefer und fand so auf je 100 Fuß eine Temperaturzunahme von 0,°875 R., was demnach einen Grad C auf 29,m71 geben würde.

Westphalen besitzt in der Nähe von Neusalzwerk den tiefsten, jetzt bekannten artesischen Brunnen, denn im Mai 1840 war man bis auf 622 Meter (540 Meter unter der Meeresfläche) und jetzt ist man gar auf 644 Meter Tiefe angelangt. Der Brunnen giebt eine viel größere Wassermenge als derjenige von Grenelle, dieselbe ist aber gesalzen. Die mittlere Lufttemperatur von Neusalzwerk beträgt + 10° C. Bei 621,m6 Tiefe hatte das sprudelnde Wasser + 31,°25 C. Dies würde auf je 29 Meter einen Grad Wärmezunahme ergeben.

Wie schon oben angeführt wurde, so ergeben diese Beobachtungen eine weit schnellere Wärmezunahme als die Reich'schen, und es ist noch nicht ganz aufgeklärt, ob diese Abweichung besonderen, nur im Erzgebirge waltenden Anomalien, oder aber allgemeineren Verhältnissen zuzuschreiben ist. Bei den Berechnungen hält man sich meistens an die durch die artesischen Brunnen gelieferten Resultate und nimmt das mittlere Verhältniß der Zunahme von 1° C. auf je 30 Meter Tiefe an.

Indeß scheint auch dies Resultat unter localen Umständen abzuweichen. Hier verdienen namentlich diejenigen Thatsachen Erwähnung, welche d'Abbadie, ein sehr achtbarer Physiker, in Bahia bei etwa 8° südlicher Breite, also nahe am Aequator, in einem Brunnen erhalten hat. Die

Digitized by Google

mittlere Bodentemperatur beträgt dort + 27,°25 C. und bei 61 M. Tiefe fand er nur 24° C. Es fand also hier, statt einer graduellen Zunahme, eine Abnahme von 3 Graden statt, und das Resultat würde durchaus paradox erscheinen, wenn man nicht in der anerkannten Genauigkeit des Beobachters eine Garantie für seine Richtigkeit hätte. Vielleicht daß Infiltration kalten aus der Tiefe des Meeres hervorkommenden Seewassers diese Anomalie erklären kann; denn, wie bekannt, nimmt die Temperatur des Seewassers in warmen Gegenden aus Gründen, welche mit der Natur des Wassers zusammenhängen, nach der Tiefe hin bis zu einem gewissen Punkte ab.

---

§. 32. Es wurde oben von der Leitungsfähigkeit des Bodens für die Wärme gesprochen, welche Ursache ist, daß erst in einer gewissen Tiefe unter der Oberfläche eine constante Temperatur herrscht, während höher oben noch Oscillationen vorkommen, die eben mit dem häufigen Wechsel der Wärme der Atmosphäre in Zusammenhange stehen. In einer gewissen Tiefe aber nimmt der Boden eine constante, der mittleren Lufttemperatur entsprechende Temperatur an. Dies ist ein allgemeines Gesetz für alle Länder, und es folgt daraus, daß an den Orten, wo die mittlere Temperatur unter dem Nullpunkte steht, der Boden in einer gewissen Tiefe auch beständig gefroren sein muß, und erst weiter unten, wo die innere Erdwärme mit dem von oben eindringendem Froste in Conflikt kommt, wieder aufgethaut ist. Dies ist auch in der That in den Polarländern, namentlich im nördlichen Sibirien der Fall. Der Boden thaut im Sommer durch die kurze, aber bedeutende Hitze einige Fuß tief auf, so daß noch Vegetabilien, ja selbst Sträuche und flachwurzelnde Bäume (Nadelhölzer) gedeihen können, in einer Tiefe von 3—4 Fuß aber bleibt er beständig gefroren. So ist in Jakutzk, am Ufer der Lena, die mittlere Jahrestemperatur nicht höher als — 7,°55 C. und der Boden bis zu einer bedeutenden Tiefe beständig gefroren. Quellwasser fehlt durchaus. Ein reicher Kaufmann, Scherschin, wollte einen Brunnen haben und ließ deshalb in den gefrorenen Boden arbeiten. Erman der Jüngere besuchte Jakutzk auf seiner Reise durch die russischen Polarländer und fand in 15 Meter Tiefe — 7° C., in 36 Meter — 5°, bei 123 Meter nur — 1 Grad C., so daß man sicher sein konnte, mit noch einigen Metern den ungefrorenen Boden zu erreichen und dann wahrscheinlich auch Wasser in dem Brunnen zu erhalten. Die Zunahme der Temperatur, die sich aus den Erman'schen Zahlen erhalten läßt, ist nicht ganz gleichmäßig und schwankt zwischen 8 Metern und 14,7 Metern je auf einen Grad; jedenfalls thun aber seine Resultate dar, daß die Zunahme in dem gefrorenen Boden weit bedeutender ist als in dem ungefrorenen, was sich leicht aus der größeren Leitungsfähigkeit des gefrorenen Bodens erklären läßt. Es hat

Digitized by Google

diese gefrorene Bodenschicht von etwa 120 Meter Dicke eine ganz besondere Wichtigkeit auch für andere Zweige der Wissenschaft; denn in ihr und nicht in reinem Polareise, wie man zuweilen annimmt, wurden die noch mit Fell und Fleisch erhaltenen Riesenthiere der Diluvialzeit gefunden, die zu so wichtigen Folgerungen für die Wissenschaft Veranlassung gegeben haben.

Man darf indeß nicht glauben, daß deshalb, weil der Boden Sibiriens bis in eine gewisse Tiefe gefroren ist, nun auch derselbe aller Quellen gänzlich ermangeln müsse. Es finden sich in der That an den Ufern der Lena Quellen, welche das ganze Jahr hindurch sprudeln. Daß eine Quelle eine 120 Meter dicke, gefrorene Schicht durchdringen könne, ohne selbst zu gefrieren, zumal wenn ihr Wasser kaum um einige Grade über Null erhaben ist, scheint paradox; allein man braucht sich nur die artesischen Brunnen in das Gedächtniß zurückzurufen, um eine solche Erscheinung sogleich erklärt zu finden. Das Wasser aus dem Brunnen von Grenelle durchströmt eine Bodenschicht von 540 Metern, die in ihren höchsten Theilen um 17 Grade kälter ist als das von unten sprudelnde Wässer, und dennoch ist die Erkältung desselben kaum merklich; bei diesen Quellen Sibiriens muß dasselbe Verhältniß gelten, und eine unter der gefrorenen Schicht entstehende Quelle von einigen Grad Wärme wird eben so gut durch natürliche Kanäle den gefrorenen Boden ohne bedeutende Erkältung durchströmen. Die Schwierigkeit der Erklärung dieser Quellen, mit denen man sich viel abgequält hat in der Geologie, liegt demnach nicht in der Existenz des gefrorenen Bodens, sondern vielmehr in ihrem Vorhandensein an sich in einem ungeheuer ausgedehnten flachen aufgeschwemmten Lande, welches eben keine Quellen in seiner Tiefe ernähren kann, da das Durchdringen des atmosphärischen Wassers von oben her unmöglich ist. Diese Schwierigkeit könnte nur durch eine genaue Kenntniß der geologischen Verhältnisse Sibiriens und besonders des Zusammenhanges der tieferen Gebirgsschichten mit denjenigen der südlichen Gebirgsketten dieses Landes gehoben werden.

---

§. 33. Bekanntlich nennt man Linien, welche durch alle Punkte auf der Erdoberfläche gezogen sind, die eine gleiche mittlere Jahrestemperatur besitzen, Isothermen. Man kann nach den bis jetzt vorhandenen Thatsachen ebenso leicht Isothermen für die Zunahme der inneren Temperatur ziehen, und es ist leicht einzusehen, daß diese Isothermen für die innere Temperatur in den Bergen allmählich einen immer flachern Kreisabschnitt annehmen würden und allmählich sich mehr und mehr einer der Erdoberfläche im Allgemeinen parallelen Curve anschließen würden, und daß man demnach schon im Voraus nach den vorhandenen Daten wird berechnen können, wie weit man z. B. einen artesischen Brunnen eintreiben müsse, um Wasser von einer

Digitized by Google

gewissen Temperatur zu erhalten, oder welche Temperatur man in einem Stollen, einem Schachte haben wird, der in eine gewisse Tiefe geht; Berechnungen, welche in gegebenen Fällen sehr nützlich werden können.

---

§. 34. Die Temperatur des Bodens hängt, wie oben bemerkt wurde, von mehren Umständen ab, deren vereinigte Wirkung erst diese Temperatur als Resultat hat, und es hält ziemlich schwer, den einzelnen Faktoren ihre bestimmte Summe von Wirkung zuzuweisen. Zuerst kommt die specifische Wärme der Gesteine in Betracht. Bekanntlich versteht man unter dem Ausdruck »specifische Wärme eines Körpers« die Wärmemenge, welche dieser Körper nöthig hat, um einen Grad mehr erhitzt zu werden, und man bestimmt meist diese Wärmemenge auf die Weise, daß man genau abgemessene Volumina oder Gewichte des zu bestimmenden Körpers mit Wasser von verschiedener Temperatur mengt. Man hat ausgedehnte Untersuchungen und Tabellen über diese specifische Wärme der Körper, in welchen dieselbe entweder nach dem Volumen oder dem Gewichte nach bestimmt ist. Die Differenzen sind hier außerordentlich, und um nur ein Beispiel anzuführen, so wird wohl 1 Kilogramm Wasser von 10° mit einem Kilogramm Wasser von 20 Grad gemischt 2 Kilogr. von 15 Gr. Wärme hervorbringen, während 1 Kilogr. Steine oder Sand von 10 Gr. und 1 Kilogr. Wasser von 20 ein Gemenge erzeugen werden, welches weit mehr als 15 Grad Wärme haben wird, weil es eben weit weniger Wärme bedarf, um die Steine oder den Sand zu erhitzen. Die Bestimmungen der specifischen Wärme sind meist auf diese Weise dem Gewichte nach gemacht; es scheint indeß nicht, als ob die verschiedenen mineralischen Bestandtheile, wie man sie in dem gewöhnlichen Boden trifft, bedeutende Verschiedenheiten in dieser Hinsicht zeigten.

§. 35. Ein zweiter Faktor ist die äußere Leitungsfähigkeit des Bodens für die Wärme. Man versteht darunter die mehr oder minder große Leichtigkeit, mit welcher die Wärme an der Oberfläche eines Körpers ausstrahlt, und bekanntlich hat die Natur und Gestalt der Oberfläche hierauf den größten Einfluß. Eine metallische Oberfläche läßt weit weniger Wärme ausstrahlen als eine schwarze; eine polirte Fläche weit weniger als eine rauhe, und ein rußiger und dadurch rauher Kessel wird weit schneller erkalten, als derselbe Kessel, wenn er spiegelblank polirt ist. Die äußere Leitungsfähigkeit des Bodens der Erde wechselt ohne Zweifel je nach seiner Bedeckung; eine Wiese, die mit Gras überdeckt ist und ein umgepflügtes Ackerfeld strahlen nicht in gleicher Weise Wärme aus; indeß ist dieser Faktor nur gering, und im Allgemeinen, namentlich wenn es sich nicht um Bestimmungen ganz nahe an der Oberfläche handelt, von geringerem Einfluß.

Digitized by Google

§. 36. Anders verhält es sich mit der inneren Leitungsfähigkeit, d. h. mit Leichtigkeit, womit sich die Wärme innerhalb eines Körpers von einem Punkte zum andern fortpflanzt. Die Verschiedenheiten, welche die Körper in dieser Hinsicht zeigen, sind ungemein groß und schon im Allgemeinen im gewöhnlichen Leben gekannt. Jedermann weiß, daß man ein kleines Stück Kohle, welches an dem einen Ende brennt, also Weißglühhitze zeigt, ohne Gefahr in die Hand nehmen kann, daß man sich dagegen an einem Eisenstabe auf der Stelle verbrennen würde. Der Eisenstab ist ein guter Leiter; er erhitzt sich sehr schnell in seiner ganzen Masse; die Kohle ist ein sehr schlechter Leiter, denn die Wärme setzt sich sehr schwer innerhalb eines solchen Körpers fort.

Es folgt hieraus der ganz einfache Satz, daß die Isothermen für je einen Grad Wärmezunahme innerhalb der Erde um so näher aneinander liegen, je schwächer die Leitungsfähigkeit des Bodens ist, während sie sich um so mehr von einander entfernen, ein je besserer Leiter der Boden ist. Indeß ist auch hier die Verschiedenheit zwischen den einzelnen Gesteinsarten zu gering, als daß großen locale Unterschiede bestehen könnten. Für die einzelnen Körper ist sie ungeheuer. So hat Despretz folgende Werthe gefunden, wobei das Gold, der Körper, welcher am stärksten leitet, als Einheit angenommen ist. Fourier hat für einige schwach leitende Körper einigermaßen abweichende Werthe erhalten.

	Despretz	Fourier.
Gold	1000	
Platin	981	
Silber	973	
Kupfer	908	
Eisen	374	 416,5
Zink	363	
Zinn	303,9	
Blei	179,6	
Marmor . . .	23,6	 20,837
Porzellan . . .	12,2	 13,877
Gebrannte Ziegel	11,4	

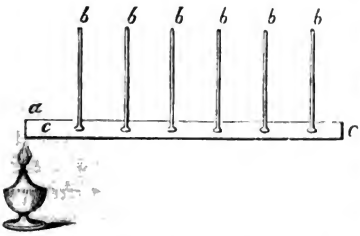
Man sieht schon aus dieser Tabelle, daß die erdigen Mineralien außerordentlich in ihrer Leitungsfähigkeit hinter den Metallen zurückstehen und daß die Unterschiede zwischen ihnen verhältnißmäßig nicht sehr groß sind.

§. 37. Bekanntlich mißt man die Leitungsfähigkeit in der Weise, daß man in einen Stab des Körpers, der an dem einen Ende bis zu einem gewissen Grade erwärmt wird, von Distanz zu Distanz feine Thermometer einläßt, deren successive und stets geringere Erhitzung das Maß der Leitungsfähigkeit

Digitized by Google

angiebt. Da indeß bei schlechten Leitern die Distanzen ungemein klein sein müssen, weil die Wärme kaum fortgepflanzt wird, so leidet darunter auch die Genauigkeit der Resultate.

Fig. 5.



a Erhitzter Punkt.

bb Eingepflanzte Thermometer.

c Stab des zu messenden Körpers.

§. 38. Die Leitungsfähigkeit des Bodens kann natürlich nicht auf diese Weise gemessen werden. Man hat aber hier eine natürliche Wärmequelle, nämlich die Sonne, und aus dem Einflusse derselben auf den Boden kann man seine Leitungsfähigkeit bestimmen, die, um dies Resultat gleich von vorn herein zu geben, in dem Garten des Pariser Observatoriums 14,6977 beträgt, die des Goldes wie in der obigen Tabelle zu 1000 angenommen.

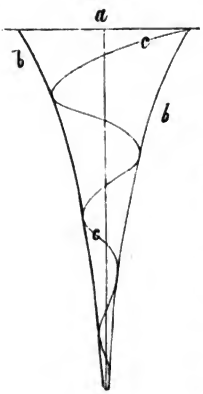
Wir können in der Einwirkung der Sonnenwärme auf die Erde zwei Perioden unterscheiden, die tägliche und die jährliche, deren Effecte zwar nicht in der Zeit, wohl aber in ihrem Verhalten einander parallelisirt werden können. Des Tages über wird die Luft an der Oberfläche bis zu einem bestimmten Grade durch die Sonne erwärmt, und diese Wärme dringt bis zu einer gewissen Tiefe, die von der Leitungsfähigkeit so wie von der specifischen Wärme des Bodens abhängt, in die Tiefe ein. In der Nacht wird es kälter; diese Kälte dringt ebenfalls ein, und man kann sich so diese beiden verschiedenen Perioden des Tages und der Nacht wie zwei entgegengesetzte feindliche Potenzen darstellen, die einander in das Innere der Erde verfolgen. Jeder Wärmewelle, die eindringt, folgt eine Kältewelle und mittelst sensibler Thermometer, die in verschiedenen Tiefen eingesenkt sind, läßt sich das Maß dieses Vorrückens nach innen zu bestimmen.

Ein gleiches Verhältniß herrscht in Hinsicht des Jahres. Der Sommer kann dem Tag, der Winter der Nacht verglichen werden, und jeder Sommer wird eine bestimmte mittlere Wärme in das Innere abschicken, welche im Winter von einer entsprechenden Kältewelle gefolgt wird.

§. 39. Sucht man nun, nach den durch die Beobachtung gewonnenen Thatsachen das Eindringen der verschiedenen Wärmemengen in das Innere graphisch darzustellen, indem man die Resultate auf eine mittlere Temperatur bezieht, so findet man, daß dieselben eine krumme Linie bilden, *b b*, welche sich der Mittellinie *a* stets mehr und mehr nähert, dieselbe aber nie erreicht.

Digitized by Google

Fig. 6.



Es ist ganz natürlich, daß bei der stets abnehmenden Proportion der verschiedenen Wärme- und Kältewellen nach dem Inneren zu die Unterschiede zwischen den verschiedenen Oscillationen immer kleiner werden und deshalb der Mitteltemperatur sich immer mehr annähern. Da aber die Geschwindigkeit der Fortpflanzung innerhalb des Bodens für die Wärme wie für die Kälte dieselbe ist (denn Kälte ist ja nur die Negation der Wärme), so folgt daraus, daß die Wärmewelle des Tages nie von derjenigen der Nacht, diejenige des Sommers nie von derjenigen des Winters erreicht wird, und somit aus der Verbindung der in verschiedenen Entfernungen gelegenen Punkte eine andere krumme Linie *c* entsteht, die stets der Mittellinie sich annähernd sich spiralig um dieselbe windet, mit immer kleineren Kreisen, ohne sie erreichen zu können.

§. 40. Die Beobachtung hat gezeigt, daß die Wirkung der Sonne fast nur auf die Oberfläche der Erde beschränkt ist, und daß unter einem Meter Tiefe die täglichen Schwankungen der Temperatur im Boden nicht mehr für unsere Instrumente fühlbar sind. Weiter unten lassen sich nur noch die jährlichen Variationen erkennen, und bei 28 Meter, in den Kellern des Observatoriums von Paris, sind auch diese nicht mehr meßbar, so daß dort das Thermometer als constant angenommen werden kann, wenngleich, wie ich schon anführte, der Theorie nach, diese Schwankungen nie total aufhören und sich bis in's Centrum der Erde fortpflanzen müssen.

§. 41. Der Boden selbst setzt aber der Fortleitung einen gewissen Widerstand entgegen, und es folgt daraus, daß die Schwankungen nicht in demselben Momente, wo sie in der äußeren Luft sich darstellen, in der Tiefe fühlbar werden, sondern erst nach einer gewissen Zeit, die eben mit der Leitungsfähigkeit in Verhältniß stehen muß. Je tiefer man die Thermometer in den Boden einsenkt, desto geringer werden die Ausschläge der Schwankungen und desto langsamer werden sie fühlbar, so daß bei 8 Meter Tiefe gerade das umgekehrte Verhältniß stattfindet wie an der Oberfläche. Ein in acht Meter Tiefe in den Boden eingelassenes Thermometer zeigt das Maximum der Wärme im December, das Minimum im Juni an, und die Wärmewelle des Sommers braucht demnach volle sechs Monate, um 8 Meter Erde zu durchdringen, während diejenige des Winters ebenso viel braucht. Genauer bestimmt, braucht die Wärme im Boden 38 Tage, um eine Schicht von 1 Meter Dicke zu durchdringen.

Digitized by Google

§. 42. Aus den im Vorherigen angeführten Thatsachen, welche wir über die allmälige Temperaturzunahme im Inneren der Erde kennen, lassen sich manche für die Geologie sehr wichtige Schlüsse über die im Innern der Erde selbst vorhandenen Zustände ableiten. Es beruhen diese Vorstellungen zwar nothwendig auf den Thatsachen, welche die Beobachtung uns kennen gelehrt hat; nichts desto weniger aber gehen sie in das Feld der Hypothese über, wenn auch nicht so weit, als man wohl glauben möchte, und die Arbeiten der neueren Mathematik haben gezeigt, daß das Feld der Hypothesen in sehr enge Gränzen eingeschränkt werden könne, innerhalb deren unsere Vorstellungen über diese Zustände sich halten müssen.

Die Messungen der Bergwerke und artesischen Brunnen haben dargethan, daß eine zunehmende Temperatur nach dem Inneren in der Erdrinde sich zeigt, und die Beobachtung hat unmittelbar etwa 30° C. in einer Tiefe von etwa 600 Meter nachgewiesen. Wir haben indeß Erscheinungen, welche unwiderleglich nachweisen, daß noch tiefer hinab diese Wärme noch mehr sich erhöht. Wir besitzen viele heiße Quellen von allen möglichen Temperaturgraden, ja einige in Toskana, welche den Siedepunkt und einige Grade darüber erreichen. Andere Erscheinungen, welche sich eng an diese heißen Quellen anschließen, beweisen, daß sogar Temperaturen von 1000 bis 1500 Graden in bedeutenderen Tiefen sich finden müssen.

§. 43. Wir haben auf der Erde keine andere allgemeine Wärmequelle als die Sonne; alle anderen, welche man noch aufzählen könnte, sind nur von höchst localer Wirkung. Man hat behaupten wollen, die Temperatur des Innern der Erde sei nicht so hoch, als man sich vorstelle, und sei nur das Resultat der eingedrungenen Sonnenhitze. So wenig glaublich dies auch nach den oben angeführten Beobachtungen über das Eindringen der Sonnenwärme in die Erde scheint, so wurde diese Ansicht doch von einigen Gelehrten vertheidigt. Eine einzige Betrachtung reicht indeß hin, um zu beweisen, daß diese Behauptung durchaus grundlos und unhaltbar ist.

Die Sonnenwärme wirkt bekanntlich, des besonderen Verhältnisses der Erdbahn und der Stellung der Erdaxe zur Sonne wegen, höchst ungleich auf die Erdoberfläche. Der Aequator ist weit wärmer als die Pole, und während dort die mittlere Temperatur etwa + 27°,5 C. beträgt, so steht sie hier auf — 17 bis 19° C. Es muß demnach, diesen Verhältnissen zufolge, ein leicher Wärmestrom von dem Aequator hin gegen die kälteren Pole gehen, und dieser Strom, so unmerklich er auch wegen der sehr allmäligen Uebergänge und der Kugelgestalt der Erde ist, läßt sich auch wirklich in der Atmosphäre nachweisen. In der Gegend des 45sten Breitengrades wird er indeß schon so unbedeutend, daß er kaum in Betracht kommt. Im Innern der Erde würde dasselbe stattfinden, ein beständiger Austausch der Wärme

Digitized by Google

müßte eintreten und so eine Temperatur des Centrums entstehen, welche eine Mittelzahl aller einzelnen Temperaturen des Erdballs darstellen würde. Diese Mittelzahl, welche man berechnen könnte, wenn es von Wichtigkeit wäre, würde etwa + 10 bis 15 Grade betragen; sie würde höher sein als die Mittelzahl zwischen der Temperatur der Pole und derjenigen des Aequators, denn man muß wohl bedenken, daß die Pole nur Punkte sind, während der Aequator einen größten Kreis darstellt.

§. 44. Was würde nun die Folge einer solchen Wärmevertheilung im Inneren der Erde sein? In den Radien des Aequators würde ein beständiger Wärmestrom von außen, dem wärmeren Punkte, nach dem kälteren Centrum gehen, in den Radien der Pole umgekehrt ein Strom von innen nach außen, von dem Centrum nach dem kalten Pole. In den Radien, wo die mittlere Temperatur derjenigen des Centrums gleich wäre, würde eine invariable Temperatur an allen Punkten stattfinden. Nun treffen aber diese Radien mit 10 oder 15 Graden mittlerer Temperatur gerade in diejenigen Theile der Erde, wo die meisten Versuche über die Zunahme der Wärme nach innen hin gemacht wurden und wo diese durch Beobachtung constatirt wurde. Paris hat eine mittlere Temperatur von etwa 10 Graden; es dürfte demnach hier gar keine Zunahme nach innen zu stattfinden.

Man sieht, die Annahme, daß die Zunahme der Temperatur nach dem Innern der Erde hin nur von der Sonne abhänge, ist allen beobachteten Thatsachen entgegen, mithin durchaus verwerflich.

§. 45. Diese Temperatur des Innern muß demnach eine andere Ursache haben.

Welche Ursache man auch annehmen möge, ob eine Entwicklung der Hitze von innen heraus durch selbstständige Thätigkeit, ob eine Mittheilung von außen her, so viel bleibt sicher, daß jetzt die Erde eine Kugel ist, welche im Innern eine bedeutendere Hitze besitzt als der Raum, in welchem sich diese Kugel bewegt, daß die Hitze mithin von dieser Kugel in den kälteren Raum ausstrahlt und die Kugel selbst durch diesen Proceß mehr und mehr sich erkältet. Will man demnach die Temperatur im Inneren der Erde berechnen, so müssen zuvor die Gesetze aufgesucht werden, nach welchen eine in kälterem Raume sich bewegende Kugel allmälig erkaltet, und diese Gesetze auf die Erdkugel angewandt werden.

Aus den vielfachen Untersuchungen Fouriers, Poissons und E. de Beaumonts über die jetzigen und ursprünglichen Wärmeverhältnisse unserer Erde gehen nun folgende Resultate hervor, deren mathematische Deduction hier zu weit führen würde.

Digitized by Google

§. 46. Auf welche Art die Erde im Anfange erhitzt worden sei, ob von innen heraus, ob von der ganzen Oberfläche her oder nur von einem einzelnen Punkte derselben, dies kann aus den jetzigen Temperaturverhältnissen der Erde nicht geschlossen werden; denn wie auch diese ursprüngliche Wärmequelle gewirkt haben mag, das Resultat würde für unsere Zeit stets dasselbe gewesen sein. Es kann deshalb keine Berechnung dieser Art über den Urzustand der Wärmequelle unserer Erde den mindesten Aufschluß geben.

Es steht dagegen fest, daß die Erde jetzt in einer Periode angekommen ist, wo ihre Erkältung so ungemein unbedeutend ist, daß wir wohl sagen können, wir seien am Ende der Erkältung angelangt. Ja diese Endperiode der Erkältung dauert schon seit sehr langer Zeit, und welche Conjecturen wir auch über die Dauer der früheren, rasch zunehmenden Erkältung der Erde aufstellen mögen, wir müssen bei folgerechter Berechnung stets zu dem Schlusse kommen, daß wir jetzt in der Endperiode dieser Erkältung uns befinden.

Ein ferneres, nothwendiges Gesetz, welches aus diesen Berechnungen hervorgeht, ist das, daß die stetige Abnahme aller Puncte der Erdkugel in demselben Verhältnisse zu der Temperaturmenge vor sich geht, und daß somit, da die Wärme des Centrums stets bedeutender ist als diejenige der Oberfläche, auch die absolute Abnahme seiner Temperatur weit bedeutender ist als diejenige der peripherischen Punkte. Gesetzt also, ein Punkt der Oberfläche nähme während einer bestimmten Zeit um $1/4$ seiner Temperatur ab, so wird das Centrum ebenfalls um $1/4$ seiner Temperatur abnehmen, und es muß somit in unserer Zeit, wo diese Abnahme der Temperatur an der Oberfläche fast Null ist, die Erkältung des Centrums immer noch merklich und sogar bedeutend sein, da wir die Temperatur des Centrums zum Wenigsten auf 1000 Grade anschlagen müssen.

§. 47. Aus demselben Principe geht dann noch ferner hervor, daß in einer Kugel, von der man annimmt, daß sie überall gleiche specifische Wärme und gleiche Leitungsfähigkeit darbiete, auch die graduelle Zunahme der Wärme um so geringer werde in gleichen Raummaßen, je mehr man sich dem Centrum nähert, wo diese graduelle Zunahme natürlich gleich Null ist. Gesetzt demnach, die Wärme des Bodens nähme an der Oberfläche um $1/30$ Grad auf den Meter zu, so wird in einer gewissen Tiefe die Zunahme nur $1/40$, noch weiter unten $1/100$ und immer unbedeutendere Bruchtheile von einem Grade per Meter betragen. Wollte man demnach diese graduelle Abnahme der verhältnißmäßigen Wärmevermehrung graphisch darstellen, so würde man eine Curve erhalten, welche im Anfange stark gekrümmt, stets flacher und flacher würde und sich endlich sehr der geraden Linie nähern würde.

§. 48. Die Verhältnisse der festen Bestandtheile der Erde scheinen indeß darauf

Digitized by Google

hinzudeuten, daß die Erde nicht überall die gleichen Eigenschaften in Beziehung zur Wärme darbiete, und es ist sehr wahrscheinlich, daß sie aus einem inneren Kerne besteht, dessen Leitungsfähigkeit weit größer ist als die der äußeren Rinde, ein Fall, den auch Poisson schon in seine Berechnungen aufgenommen hat. Gesetzt nun, der innere Kern habe die Leitungsfähigkeit des Goldes = 1000, während die Rinde eine Leitungsfähigkeit = 14 hat, so würde dadurch der Curve, welche die graduelle Vermehrung bezeichnet, eine ganz andere Gestalt werden, indem nur ihr vorderer Theil, so weit die Rinde geht, eine gekrümmte Gestalt haben würde, während durch den stark leitenden Kern sie geradeaus ginge.

§. 49. Welchen Wärmegrad hat aber nun das Centrum der Erde? Gleich von vorn herein muß hier bemerkt werden, daß jede Lösung dieser Frage, welche auf Temperaturgrade über 3000 oder 4000 Grad führen würde, einen concreten Unsinn enthält, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil man noch keine Hitze hat erzeugen können, die über diesen äußersten Grad hinausgegangen wäre. Man darf sich aber nie über die durch die Beobachtungen gegebenen Gränzen hinwegsetzen.

Nimmt man nun die bis jetzt beobachtete Zunahme der Wärme von 1 Grad auf je 30 Meter Tiefe an, so erhält man bei einer Tiefe von 45,000 Metern eine Temperatur von 1500 Graden, d. h. eine Temperatur, die schon die Hälfte des Maximums beträgt, welches wir für das Centrum annehmen dürfen, zugleich aber eine Temperatur, bei welcher die meisten Mineralien, Metalle und Erden in Fluß gerathen.

§. 50. Es ist mithin wahrscheinlich, daß die Erde eine wenigstens 45,000 M. dicke Kruste besitze, innerhalb welcher ein Kern steckt, der von feuerflüssigen Materien gebildet ist und der eine bedeutende Leitungsfähigkeit besitzt, denn ein Erdradius beträgt mehr als 6 Millionen Meter, und in so ungeheurer Entfernung würde doch die Zunahme der Temperatur im höchsten Falle nur so viel betragen als in der Kruste, d. h. 1500 Grad.

Andererseits aber darf man nicht vergessen, daß der Druck auf diesen feurigen Kern ungeheuer ist und daß wahrscheinlich unter einem solchen Druck die Molekule nicht die Beweglichkeit, welche eine Flüssigkeit auszeichnet, haben können, sondern daß wahrscheinlich die Substanzen, trotz des hohen Temperaturgrades, doch des großen Druckes wegen eine starre Festigkeit zeigen.

§. 51. Buffon hat sich seiner Zeit schon viel mit der Lösung der auf die innere Erdwärme bezüglichen Fragen beschäftigt und dieselbe auf experimentellem Wege versucht, indem er Kanonenkugeln bis zur Weißglühhitze brachte und die Zeit ihrer Erkältung bestimmte. Allein da ihm die Basen abgingen, worauf er seine Berechnung hätte stützen können, indem man zu seiner Zeit noch keine Idee von der mathematischen Betrachtung der Phä-

Digitized by Google

mene der Wärme hatte, so konnte auch auf diesem Wege von keiner experimentellen Lösung die Rede sein. Buffon gelangte auch zu dem damals ungeheuer scheinenden Resultate von 76,000 Jahren und weiter zu dem Schlusse, daß die Erkaltung noch jetzt in wahrnehmbarem Maße abnehme. Er glaubte, daß eine Periode kommen werde, wo die Thiere der jetzigen Schöpfung durch den Frost umkommen müßten. Wir werden weiter unten sehen, daß diese Befürchtungen Buffon's durchaus ungegründet sind und daß die jetzt bestehenden Klimate der Erde, auch wenn dieselbe an dem Endziele ihrer Erkaltung angelangt sein wird, dennoch nur eine durchaus unmerkliche Veränderung erfahren werden, so daß der Schöpfung von dieser Seite durchaus keine Gefahr droht. Jedenfalls ist aus den oben angeführten Zahlen ersichtlich, daß die Buffon'schen Resultate unendlich hinter der Wahrheit zurückbleiben, und daß, wenn von der Dauer der Erde die Rede ist, nicht an Tausende noch Hunderttausende, sondern an Millionen und Billionen von Jahren zu denken ist. Man muß dabei wohl bedenken, daß die obigen Zahlen, wie auch aus den Prämissen hervorgeht, nur das Minimum einer Zeitdauer angeben, die noch viel größer gewesen sein kann; denn die Buffon'schen Zahlen sind auf die Voraussetzung gebaut, daß sich die Erde in gleicher Weise verhalte wie eine Kugel von Schmiedeeisen. Wenn aber auch, wie eben erwähnt wurde, es wahrscheinlich ist, daß das Innere der Erde eine sehr bedeutende Leitungsfähigkeit besitze, so ist diese doch offenbar in der Rindenschicht derselben weit geringer als in einer eisernen Kugel, und man darf daher wohl annehmen, daß die Erkaltung der Erde, als eines schlechter leitenden Körpers, langsamer im Verhältniß vor sich gehe als die einer Eisenkugel.

§. 52

Es giebt indessen auf der Erde selbst Erscheinungen, welche einigermaßen zum Maßstabe dessen dienen können, was im Anfange geschehen sein muß. Die Lava kommt bekanntlich im feuerflüssigen Zustande, mithin mit einer Temperatur von etwa 3- bis 4000 Graden aus den Vulkanen hervor. Die Lavaströme, welche an den Seiten der feuerspeienden Berge herabfließen, erkalten sehr schnell an ihrer Oberfläche und bedecken sich mit einer harten, wenig leitenden Kruste, unter welcher die feuerflüssige Masse noch lange fortglüht und selbst vorrückt. Man hat Beispiele, daß die Bewohner von Häusern, welche durch einen Lavastrom umzingelt wurden, sich über diese harte und schon erkaltende Kruste auf das Land retteten, während das Haus, welches mit der glühenden Masse im Innern der Lava in Berührung kam, in Flammen aufging. Ganz ähnliche Erscheinungen mag auch die Erde im Anfange dargeboten haben. Feuerflüssig, wie sie war, bedeckte sie sich bald mit einer harten, wenig leitenden Kruste, in deren Innerem der starkleitende feuerflüssige Kern fortglühte. Wie lange diese Erkältung fortdauerte, läßt sich nun annähernd aus der Erkaltung der Lavaströme berechnen. Man hat hierüber

Digitized by Google

freilich nur wenige, unvollständige Data; indessen weiß man doch, daß in Sicilien Lavaströme von 20 Metern Dicke zehn Jahre und mehr brauchten, ehe sie vollständig erkaltet waren. Wendet man diese Angaben zur Berechnung der Erkaltung der Erde an, indem man annimmt, daß eine 20 Meter dicke Kugel (also von 10 Meter Halbmesser), aus Lava gebildet, zu ihrer Erkaltung 10 Jahre gebrauche, so gelangt man zu der ungeheuren Zahl von 4,057,690,000,000 Jahren für die Erde. Diese Zahl würde indeß das Maximum der Dauer ergeben und jedenfalls schon aus dem Grunde zu groß sein, weil eine Kugel, die auf allen Puncten ihrer Peripherie Wärme ausstrahlt, bei Weitem schneller erkaltet als eine Schicht von gleichem Durchmesser, welche nur eine gradlinige Oberfläche besitzt, die der Strahlung unterworfen ist. Mag man aber auch, um der deshalb nöthigen Correction zu genügen, einige Nullen von der Zahl wegstreichen, so bleiben immer noch Millionen von Jahren, für deren Dauer unsere Einbildungskraft kein Maaß hat.

§. 53. Eine wesentliche Frage, die zu beantworten noch übrig bleibt, ist die über das Ende dieses Zustandes der Erkaltung. Ist es wahr, wie Buffon glaubte, daß dieselbe so bedeutend ist, daß dadurch eine vollständige Zerstörung der jetzigen Schöpfung durch den Forst bedingt werden könne, oder ist schon jetzt die Erhöhung der Klimate durch die innere Erdwärme so unbedeutend, daß ein gänzliches Wegfallen dieses Faktors keinen Unterschied mehr machen würde? Zur Beantwortung dieser Frage scheint es nöthig, zu bestimmen, wie groß die Wärmequantität sei, welche der Boden in einem bestimmten Zeitmaaße verliert. E. de Beaumont hat vor einigen Jahren diese Berechnung ausgeführt, die besonders auf der Berücksichtigung der specifischen Wärme und der Leitungsfähigkeit des Bodens, verbunden mit der Zunahme der inneren Erdwärme, beruht, und die Resultate wurden von Poisson, dem größten Mathematiker unserer Zeit, anerkannt. Es ergab sich, daß der Wärmestrom, welcher in Paris aus dem Boden in die Atmosphäre sich ergießt, hinreichend sein würde, eine Wassersäule von 0,48 Meter Höhe um einen Grad des hunderttheiligen Thermometers zu erwärmen, oder, um der Sache eine reelle Anschauung zu geben, daß diese Wärme eine Schicht Eis von $6\frac{1}{2}$ Millimeter Höhe auf dem Boden schmelzen würde. Wie man sieht, ist diese Quantität Wärme nur höchst unbedeutend und kann in gewöhnlichen Verhältnissen durchaus außer Acht gelassen werden.

§. 54. Es geht nun aus Allem diesem hervor, daß die innere Erdwärme die mittlere Temperatur der Klimate nur um $\frac{1}{30}$ Grad erhöht und daß demnach, wenn die Erde vollständig erkaltet sein wird, die mittlere Temperatur der Oberfläche nur um $\frac{1}{30}$ Grad tiefer stehen wird als jetzt. Eine solche Verminderung der Wärme ist durchaus irrelevant, und es kann mithin von dieser Seite her auch nicht die mindeste Veränderung des jetzt bestehenden Zustandes drohen. Daß eine solche Veränderung auf indirecte Weise sich herstellen könne,

Digitized by Google

darf indeß nicht geläugnet werden; es ist leicht einzusehen, daß die heißen Quellen, die Vulkane, überhaupt alle Erscheinungen, welche mit der Existenz einer größeren Wärme im Inneren der Erde in Verbindung stehen, aufhören müssen, und daß aus diesem Grunde Veränderungen sich bilden werden, die von bedeutendem Einflusse auf die Oberfläche sein müssen. Diese selbst aber tritt bei diesen Veränderungen nicht in das Mittel, und wir können deshalb mit voller Bestimmtheit sagen, daß der Wärmezustand auf der Oberfläche der Erde in einem permanenten Zustande ist und schon seit langer Zeit in demselben verharrt.

§. 55. Es kann für die kosmogonischen Theorien von Wichtigkeit werden, zu untersuchen, wie lange die Zeit der Erkaltung der Erde schon dauert und somit auch zu bestimmen, seit wie lange her schon die Erde in einem für organische Wesen bewohnbaren Zustande sich befindet.

Diese Rechnung ist ausführbar, und es läßt sich mit der größten Evidenz nachweisen, daß im Falle, wo seit dem Beginne der Erkältung erst 6000 Jahre verflossen wären, die Temperatur der ganzen Erdkugel im Beginne ihrer Erhitzung nur 34,015 Grad betragen haben würde, d. h. 23,415 Grad mehr als die Bodentemperatur von Paris, welche 10,6 Grad beträgt, und die etwa als die mittlere Temperatur der ganzen Erdoberfläche angenommen werden kann. Man kann diese Zahlen leicht weiter ausführen; nimmt man an, daß die Erkaltung schon seit 60,000 Jahren anhalte, so würde dies auf eine ursprüngliche Temperatur der Erde von $74^{0},05$ C. führen. Buffon nahm, wie früher bemerkt wurde, 76,000 Jahre an; allein auch diese Zahl würde erst eine ursprüngliche Temperatur von 87,307 C. ergeben; mithin eine Erwärmung, die nicht einmal derjenigen des siedenden Wassers gleichkommt, und die mithin jedenfalls für die Erklärung der geologischen Phänomene viel zu gering ist. Dreimalhunderttausend Jahre würden erst eine ursprüngliche Temperatur von $165^{0},5$ ergeben, mithin immer noch zu Zahlen führen, welche gar nicht berücksichtigt zu werden brauchen. Nimmt man dagegen an, daß die Erde ursprünglich bis zum feuerflüssigen Zustande erhitzt gewesen sei, eine Annahme, die von mehreren Seiten her geboten wird und die mit allen bis jetzt bekannten geologischen Thatsachen im Einklange steht, und setzt man diese Temperatur nur zu 3000 Graden, einem Wärmegrade, den wir noch jetzt hervorbringen können, so ergiebt sich daraus eine Zeitdauer von 98 Millionen und 490,000 Jahren, eine Zahl, die immer noch weiter geht als unsere Vorstellungskraft. Nach dieser Grundzahl berechnet, würde sich die Erde jährlich um $^{1}/_{6/247/200/000}$ eines Grades des hunderttheiligen Thermometers erkalten; es würden demnach mehr als 6 Billionen Jahre verfließen müssen, bevor die Temperatur der Erde um einen Grad abnähme.

§. 56. Die numerischen Applicationen der aus den Rechnungen über die Wärme

Digitized by Google

abgeleiteten Formeln können auf das Mannichfachste vervielfältigt werden, und alle diese Ergebnisse müssen, sobald nur die Prämissen richtig sind, die gleiche mathematische Gültigkeit besitzen. So hält es leicht zu erweisen, daß das Innere der Erdkugel und namentlich der Mittelpunkt sich etwa dreitausendmal schneller erkalten muß als die Oberfläche, und daß das Verhältniß zwischen dem Wärmeverlust des Inneren und demjenigen der Oberfläche in verschiedenen Epochen verschieden gewesen sein muß. Man kann sich leicht eine Vorstellung dieser Verhältnisse machen, wenn man die Erkaltung einer glühend gemachten Kanonenkugel beobachtet. Im Momente, wo dieselbe aus der Esse gezogen wird, verliert die Oberfläche eine ungeheure Quantität Wärme, und bald wird durch diese sehr active Ausstrahlung eine mehr oder minder dicke Schicht so weit erkaltet, daß man die Kugel in die Hand nehmen könnte. Im Innern der Kugel erhält sich noch lange ein höherer Hitzegrad, und nur nach und nach sinkt auch das Centrum zu der Temperatur des umgebenden Elements herab, bei welcher die Oberfläche schon lange angelangt ist. Sobald demnach an der Oberfläche die erste Periode der heftigen momentanen Ausstrahlung beendet ist, so besitzt das Innere mehr Wärme und, um dieselbe zu verlieren und auf gleichem Grade mit der Oberfläche anzukommen, muß es auch mehr Wärme abgeben als die Oberfläche. Zu einer gewissen Zeit müssen beide Theile der Kugel, das Innere wie die Oberfläche, genau gleichviel Wärme verlieren, während früher der Ueberschuß der Wärmeabgabe auf die Oberfläche, später auf das Innere fällt. Man kann nun finden, daß die Zeit, welche das Gleichgewicht zwischen diesen Verlusten bezeichnet, etwa 40,000 Jahre nach dem Beginne der Erkaltung eingetreten sein muß, und daß zu jener Zeit die mittlere Temperatur der Erde an ihrer Oberfläche 15 Grad wärmer sein mußte als jetzt.

§. 57. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß mit einer solchen mittleren Temperaturerhöhung von 15 Graden das organische Leben auf der Erde nicht unverträglich ist, sondern daß vielmehr eine sehr üppige Thier- und Pflanzenwelt dabei gedeihen kann, etwa wie jetzt unter dem Aequator stattfindet. Es ist deshalb durchaus nicht unmöglich, daß zu jener Zeit die Schöpfung der ältesten Thier- und Pflanzenformen begonnen habe. Freilich mußten damals durchaus andere Verhältnisse hinsichtlich der physikalischen Verhältnisse der Erde herrschen als jetzt; die Wärme nach innen zu mußte per Meter um 15 Grade zunehmen, während sie jetzt nur um $\frac{1}{30}$ Grad per Meter zunimmt. Allein bei so schneller Zunahme ist es leicht einzusehen, daß man mit 100 Metern Tiefe schon bei einer Temperatur von 1500 Graden ankommt, d. h. bei einer Hitze, welche hinreicht, um die meisten erdigen und mineralischen Substanzen zu schmelzen und in feuerflüssigen Zustand zu bringen. Es mußte demnach die Erde damals kaum eine Rinde von 100 Metern Dicke haben, und das ganze Innere mußte flüssig sein, so daß die

Digitized by Google

Erde im Ganzen ein Ei darstellte, dessen Schale durch die feste Erdkruste, der Dotter durch den flüssigen Kern dargestellt wird.

§. 58. Es darf nicht unterlassen werden, hier nur kurz auf die mechanischen Folgen der Erkaltung der Erde aufmerksam zu machen, die wichtig genug sind, um die Geologie bedeutend in Anspruch zu nehmen. Fast alle Körper nämlich dehnen sich durch die Wärme aus und ziehen sich durch die Kälte zusammen, und nur das Wasser macht eine merkwürdige Ausnahme von dieser Regel, die indessen auch so ziemlich schwindet, wenn man die mathematische Serie seiner Ausdehnungsgrade in weitere Gränzen ausdehnt als gewöhnlich. Der Erdkern, der jetzt noch einem bedeutenden Hitzegrade ausgesetzt ist und der noch immer viel Wärme verliert, während diese Quantität viel geringer und fast Null für die Oberfläche ist, der Erdkern muß sich demnach mit zunehmender Erkaltung auch mehr und mehr zusammenziehen, und so muß von Zeit zu Zeit die feste Rinde zu groß sein. Die einfache Folge dieses Verhältnisses werden Risse und Spalten sein, die sich bilden, indem die Kruste zerreißt, da sie bei der Zusammenziehung nicht mehr denselben Raum einnimmt wie früher. Auch sehen wir in der That, daß alle geschmolzenen Gebirgsarten, welche offenbar früher feuerflüssig waren oder doch einer bedeutenden Hitze ausgesetzt blieben, durch die Erkaltung sich spalten und Risse nach allen Richtungen hin zeigen. Die Massen, welche total feuerflüssig waren, wie der Basalt, zeigen oft so regelmäßige Abkühlung und eine so regelmäßige Progression der Zusammenziehung, daß daraus auch Risse hervorgegangen sind, welche mehr oder minder regelmäßige Richtungen zeigen. Es kann hier nur angedeutet werden, welchen Einfluß diese Thatsachen auf manche geologische Theorien haben müssen; es wird sich später noch manche Gelegenheit zu ihrer Anwendung finden.

§. 59. Eine letzte Frage, auf welche man noch Rücksicht nehmen muß, ist die, ob nicht im Innern der Erde eine beständige Wärmequelle vorhanden ist, welche die Erkaltung, welche wir statuirt haben, noch weiter hinausschiebt. Es kann nicht geläugnet werden, daß manche Umstände für eine solche Annahme sprechen; allein jede Hypothese über eine solche innere Quelle der Wärme ist vor der Hand unzulässig, da wir keine Idee über die Quelle selbst, noch über die Größe ihres Productes haben können. Jedenfalls abergiebt es Verhältnisse, aus welchen eine solche entspringen könnte, und schon unsere Annahme eines feuerflüssigen Kernes und einer beständig zunehmenden Solidification desselben scheint eine solche nothwendig zu bedingen. Bekanntlich nämlich entbinden die flüssigen Körper, sobald sie in den festen Zustand übergehen, eine bedeutende Quantität Wärme, die je nach den Verhältnissen der einzelnen Körper wechselt. So entbindet das Wasser, indem es zu Eis wird, eine so bedeutende Quantität Wärme, daß dadurch ein gleiches Volum Wasser zu 69° Graden erhitzt werden kann, und es ist demnach natürlich, daß die

Digitized by Google

zunehmende Erstarrung des feuerflüssigen Erdkernes, während sie einestheils das Resultat einer zunehmenden Erkaltung ist, doch wieder anderseits eine Quelle von Wärme ist, weil eben die geschmolzene Masse bei ihrer Erstarrung und bei der Veränderung ihres Aggregatzustandes Wärme entbindet.

6. Atmosphärische Hülle der Erde.

§. 60. Die Erde ist in ihrem ganzen Umfange von einer dunstförmigen Hülle, der Atmosphäre, umgeben. Es kann demnach nicht befremden, wenn die Geologie in mannichfache Beziehungen zu der Meteorologie tritt, da ohne atmosphärische Luft und die mannichfachen, dem Bereiche der Meteorologie anheimfallenden Elemente thierisches und pflanzliches Leben nicht auf der Erde hätte bestehen können, und somit der Geologie ein wesentlicher Theil ihrer Beschäftigungen, nämlich die Paläontologie, geraubt worden wäre.

§. 61. Die Atmosphäre ist bekanntlich überall auf die nämliche Weise aus zwei beständigen Elementen zusammengesetzt, aus Sauerstoff und Stickstoff, und zwar beträgt die relative Menge dieser Gasarten den Untersuchungen von Dumas und Bousfingault zu Folge dem Gewichte nach in 100 Theilen 23,01 Theile Sauerstoff und 76,99 Stickstoff, dem Volumen nach 20,81 Sauerstoff und 79,19 Stickstoff. Außerdem befindet sich noch Kohlensäure in sehr geringer und nur in sehr engen Gränzen wechselnder Menge von 0,004 bis zu 0,006 Theilen, zuweilen etwas Kohlenwasserstoff und endlich eine in sehr bedeutend weiten Gränzen variirende Menge von Wasserdampf in der Atmosphäre. Von der Gegenwart der letzteren hängt bekanntlich die größere oder geringere Schwere der Luftsäule ab, welche sich über einem gegebenen Orte befindet.

Die so wenig variable Menge der Kohlensäure in der Luft könnte einigermaßen befremden, da durch so viele mächtige und ausgebreitete chemische Processe dieselbe in ungemein großer Quantität auf der Erde bereitet wird, und zwar auf Kosten des Sauerstoffes der Luft. Die Verbrennung aller brennbaren organischen Stoffe, die Gährung, Fäulniß und Zersetzung, sowie das Athmen der Thiere liefern ungemeine Mengen dieses Gases, der vulkanischen Ausströmungen und Gasquellen nicht zu gedenken, die ungeheure Mengen von Kohlensäure liefern. Allein anderseits ist die Menge des zur Bereitung der Kohlensäure aufgespeicherten Sauerstoffes in der ganzen Atmosphäre ungeheuer, und Dumas hat gezeigt, daß es nicht weniger als 800,000 Jahre bedürfe, um allen Sauerstoff der Atmosphäre aufzuzehren, auch wenn man den Verbrauch zu den genannten Processen in dem größten Maximum annähme und noch überdem von aller Regeneration des Sauerstoffes gänzlich abstrahire. Nun ist es aber bekannt, daß der Athmungsproceß der Pflanzen gerade demjenigen der Thiere entgegengesetzt ist, indem die Pflanzen Kohlensäure einsaugen und Sauerstoff aushauchen, während

Digitized by Google

die Thiere Sauerstoff ein- und Kohlensäure ausathmen. Es ist wahrscheinlich, daß in der jetzigen Schöpfung diese beiden entgegengesetzten Einwirkungen der Pflanzen und der Thiere einander das Gleichgewicht halten, so daß etwa ebenso viel Kohlensäure von den letztern erzeugt wird, als die ersteren wieder zerlegen. In den früheren Zeiten herrschten wahrscheinlich andere Verhältnisse in der Zusammensetzung der Atmosphäre, und man vermuthet nicht mit Unrecht, daß in denjenigen älteren Perioden, in welchen eine bedeutende Entwicklung des Pflanzenwuchses stattfand, bedeutend mehr Kohlensäure darin enthalten war.

§. 62. Hat die Atmosphäre eine Gränze, oder gehorcht sie bis in die äußersten Entfernungen dem Mariottischen Gesetze, wonach die Dichtigkeit der Atmosphäre im Quadrate der Entfernungen abnimmt? Mit andern Worten, bildet sie eine bestimmt in sich abgeschlossene Umhüllungsschicht oder verbreitet sie sich, stets mehr und mehr an Dichtigkeit abnehmend, durch den ganzen Raum? Die Beantwortung dieser Frage ist von großer Wichtigkeit, nicht allein für die Geologie, sondern für die ganze Astronomie, denn sobald man annimmt, daß das Mariottische Gesetz, welches bekanntlich nie zu dem absoluten Null führen kann, durch den ganzen Raum hindurch herrscht, so muß damit folgerecht auch angenommen werden, daß eine allgemeine Atmosphäre den Raum erfüllt und daß dieselbe nur um die einzelnen Himmelskörper, je nach Verhältniß ihrer Anziehungskraft, verdichtet sei. Diese Annahme ist indeß sehr wenig wahrscheinlich, und seit den schönen Untersuchungen Wollaston's über diesen Gegenstand nimmt man allgemein an, daß die Atmosphäre eine bestimmte Gränze habe, und daß somit diejenigen Himmelskörper, welche nachgewiesenermaßen eine Dunsthülle besitzen, dieselben eben in der Art wie die Erde, nämlich als abgeschlossene Umhüllung, besitzen. Wollaston behauptete schon, daß das Mariottische Gesetz der Abnahme der Verdichtung bei allen Gasarten eine Gränze habe, und daß die Elasticität, welche die Atome der Gase von einander entfernt, an dieser Gränze aufhöre. Das Gas würde sich unterhalb dieser Gränze, wo es durch seinen eigenen Druck verdichtet, wie ein Gas verhalten, d. h. als elastisch flüssiger Körper, an der Gränze aber eher wie eine tropfbar flüssige, aber in's Unendliche zertheilte Flüssigkeit, zwischen deren Atomen keine Expansionskraft mehr bestehen würde.

§. 63. Ein sehr einfacher Versuch von Faraday scheint diese Annahme zu bestätigen. Faraday nahm eine langhalsige Flasche, in welcher unten am Boden einige Tropfen Quecksilber sich befanden, und an deren Stöpsel ein Goldblättchen befestigt wurde. Im Sommer, bei warmer Temperatur, die bekanntlich die Elasticität der Gase sehr erhöht, wurde das Goldblättchen gebleicht; die Quecksilberdämpfe erhoben sich demnach bis zu dem Stöpsel. Im Winter aber, wenn man die Flasche in der Kälte hielt, zeigte das Gold-

Digitized by Google

blättchen nicht die mindeste Veränderung. Es war mithin offenbar, daß die Quecksilberdämpfe nicht mehr bis zum Stöpsel sich erhoben, sondern eine bestimmte obere Grenze zeigten, über welche sie in der Kälte nicht hinausgingen. Der nämliche Versuch wurde in der Art wiederholt, daß man concentrirte Schwefelsäure auf den Boden des Glases goß und oben ein Zinkblättchen anbrachte. Das Resultat war dasselbe. In der Kälte erhob sich die Atmosphäre des Schwefelsäuregases nicht bis zu dem Metalle, das durchaus nicht angegriffen wurde, während in der Wärme es sogleich corrodirt wurde.

§. 64. Wollaston suchte seinen Grundsatz eher durch astronomische Deductionen zu erörtern. Um die Absurdität einer allgemeinen, den Raum erfüllenden Atmosphäre, die um jeden einzelnen Himmelskörper im Verhältniß seiner Attractionskraft verdichtet wäre, nachzuweisen, braucht man nach seinem Beispiele nur die Folgen einer solchen Annahme zu berechnen. Die Attraction steht bekanntlich im directen Verhältnisse zur Masse der Himmelskörper, und man könnte daraus und aus ihren respectiven Entfernungen die Punkte berechnen, wo ein Molekul dieser allgemeinen Atmosphäre in gleichem Grade von beiden Himmelskörpern angezogen würde, und ebenso auch den Punkt, wo die Dichtigkeit der Atmosphäre des Einen derjenigen, welche an der Oberfläche des anderen Himmelskörpers herrscht, gleichkäme. Führt man nun diese Rechnung für das Verhältniß zwischen dem Monde und der Erde zum Beispiele aus, so zeigt es sich, daß in einer Entfernung von 8046500 Meter von der Oberfläche der Erde derjenige Punkt sich befindet, wo die Attractionskraft der Erde der Attractionskraft an der Oberfläche des Mondes gleich ist. Die Atmosphäre der Erde würde demnach an dem angegebenen Punkte dieselbe Dichtigkeit besitzen, wie die Atmosphäre des Mondes unmittelbar an der Oberfläche dieses Satelliten. Nun ist aber in einer Höhe von 64000 Meter schon der Druck der Luft auf die Quecksilbersäule des Barometers nur noch einem Viertelmillimeter gleich, d. h. fast verschwunden, und da dieser Druck im Quadrate der Entfernungen abnimmt, so ist er bei einer Entfernung von 8 Millionen Metern schon längst gleich Null zu setzen. Der Mond hätte demnach gar keine, für uns merkbare, Atmosphäre. Dies ist nun auch in der That der Fall mit dem Monde, an dem man noch keine Atmosphäre hat entdecken können, da die Sterne, welche hinter ihm durchgehen, nie eine Abweichung in ihrem Laufe zeigen, was doch der Fall sein müßte, wenn eine Atmosphäre vorhanden wäre, welche die Lichtstrahlen bei ihrem Durchgange in einem gewissen Winkel bricht.

§. 65. Das gleiche Raisonnement aber, welches hier bei dem gegebenen Beispiele weder für noch gegen beweist, muß sich auch auf die anderen Weltkörper anwenden lassen. Die Masse der Sonne ist bekanntlich weit größer als die der Erde, ihre Anziehungskraft ungeheuer, das Gewicht der Körper an ihrer Oberfläche bedeutend größer. Ein Körper, der auf der Erde

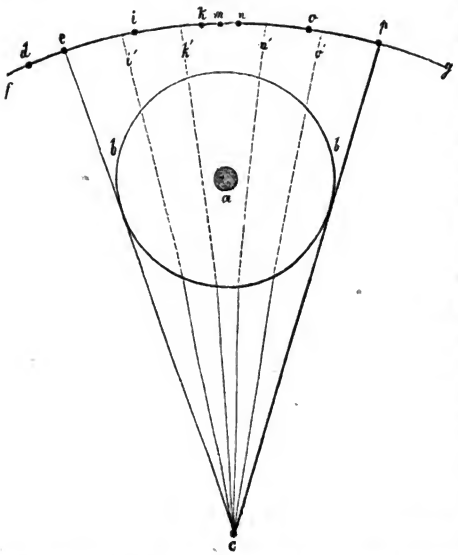
Digitized by Google

1 Kilogramm wiegt, würde auf der Sonne etwa 28 Kilogramme wiegen. In einer Entfernung von der Oberfläche der Sonne, die etwa $5\frac{1}{2}$ Mal den Halbmesser der Sonne betragen müßte, was eine ungeheure Entfernung ist, würde die Atmosphäre der Sonne eine Dichtigkeit besitzen, welche derjenigen der Atmosphäre an der Oberfläche der Erde gleichkäme. Von diesem Punkte aus bis zu der Oberfläche der Sonne hin muß die Dichtigkeit dieser Atmosphäre beständig zunehmen, und es ist leicht zu berechnen, daß noch in bedeutender Entfernung von der Sonne die Atmosphäre derselben die Dichtigkeit des Quecksilbers erlangt haben müßte. Man könnte zwar behaupten, daß die ungeheure Temperatur, welche vielleicht in der Sonne oder an ihrer Oberfläche herrscht, dieses Verhältniß herabdrücken müßte; indeß kann auch dieser Faktor nicht so groß sein, daß dadurch ein bedeutender Unterschied entstehen sollte. Mit der Zunahme der Dichtigkeit einer Atmosphäre nimmt aber auch deren Brechungskraft für die Lichtstrahlen zu. Bekanntlich beträgt die brechende Kraft unserer Atmosphäre etwa einen Grad, und ein Lichtstrahl, der aus dem Raume zu uns gelangt, wird etwa um einen Grad des Kreises nach innen gebrochen. Bei der Sonne müßte diese brechende Kraft, die im Verhältniß der Dichtigkeit der Atmosphäre steht, viel bedeutender sein, und daraus müßten sehr merkbare Veränderungen im scheinbaren Laufe der Gestirne entstehen, sobald diese sich der Sonne nähern. Wir können bekanntlich, mittelst dieser brechenden Kraft verschiedener Medien, Körper scheinbar in gerader Linie sehen, welche bei ungebrochenen Lichtstrahlen uns durchaus unsichtbar sind. Ein Gestirn, welches hinter der Sonne durchginge, müßte eine Zeitlang, je mehr es sich der Sonne nähert, immer langsamer und langsamer vorrücken, weil die von ihm ausgesandten Strahlen immer dichtere und dichtere Schichten der Sonnenatmosphäre durchsetzen müßten, demnach immer stärker und stärker gebrochen würden, bis es plötzlich in einem bedeutenden Ruck auf die andere Seite der Sonne sprünge und nun mit stets zunehmender Schnelligkeit sich von derselben zu entfernen schiene, bis es seine ursprüngliche Geschwindigkeit wieder erlangt hätte. Gesetzt, in der beifolgenden Figur sei a die Sonne, b ihre Atmosphäre von dem Punkte an, wo dieselbe so dicht ist, als die Atmosphäre der Erde, c die Erde, d ein Stern, welcher die Bahn $f\ g$ zu durchlaufen hat. So lange der Stern noch in dem Punkte e steht, so werden seine Lichtstrahlen ungebrochen zu uns, die wir uns auf der Erde c befinden, gelangen, wir werden ihn deshalb an seiner richtigen Stelle sehen. Ist der Stern bei i, so werden seine Lichtstrahlen durch die Sonnenatmosphäre b gebrochen, er wird deshalb scheinbar nur bei i' zu stehen scheinen. Je weiter er bei dem Punkte k ankommt, desto mehr werden seine Lichtstrahlen gebrochen, und er wird deshalb nur bei k' zu stehen scheinen. Endlich, bei m steht er in gerader Linie hinter der Sonne und ist deshalb unsichtbar. Sobald er aber auf der

Digitized by Google

andern Seite bei *n* angekommen ist, so wird sich dasselbe Phänomen wie auf der anderen Seite wiederholen, und er wird deshalb uns bei *n'* zu stehen scheinen. Der Stern, der in derselben Zeit die gleichen Distanzen der Punkte *e*, *i*, *k*, und *n*, *o*, *p* durchlaufen hat, wird scheinbar für uns in denselben Zeitabschnitten die immer kürzer werdenden Distanzen von *h* nach *i' k'* durchlaufen haben und dann plötzlich von dort einen Sprung nach *n'* gemacht zu haben scheinen, von wo aus dann seine Bewegung successiv zunimmt, indem er scheinbar nach *o' p* zu rücken scheint, während er in der That nach *o* und *p* geht. Dies ist nun nicht der Fall in der Natur.

Fig. 7.



Wollaston, und später Vidal, haben Beobachtungen über die Bewegung der Venus gemacht, während sie hinter der Sonne durchgeht. Diese Beobachtungen sind nicht leicht; der Planet ist sehr schwer zu sehen, und Irrungen sind, der bedeutenden Lichtstärke der Sonne wegen, fast unvermeidlich. Indessen ist aus den Beobachtungen dieser Männer hervorgegangen, daß die Venus in der Nähe der Sonne ziemlich regelmäßig sich zu bewegen scheint, und daß jedenfalls keine so bedeutenden Abweichungen sich finden, als Statt haben müßten, wenn die erwähnten Verhältnisse beständen.

§. 66. Wollaston hat auf die nämliche Weise die Bewegung der Monde des Jupiter betrachtet. Dieser Planet hat bekanntlich eine weit größere Masse als die Erde, und seine Anziehungskraft ist so groß, daß ein Kilogramm auf ihm 2½ Kilogramme wiegen würde. Der Punkt, wo seine Atmosphäre gleiche Dichtigkeit mit der Erdatmosphäre haben müßte, liegt in einer Entfernung, welche 18 Mal den Halbmesser der Erde beträgt. Nun hat dieser Planet 4 Monde, die alle in sehr bestimmten Distanzen um ihn kreisen und deren Bewegung auf das genaueste bestimmt ist. Hätte der Jupiter eine so bedeutende und so dichte Atmosphäre, wie ihm nach der Annahme einer allge-

Digitized by Google

meinen, den Raum ausfüllenden Luft zukommen müßte, so würden beständig die größten scheinbaren Perturbationen in dem Laufe dieser Satelliten beobachtet werden müssen. Ja, Wollaston hat berechnet, daß der vierte Mond in gewissen Entfernungen, wenn er genau hinter dem Jupiter steht, gar nicht durch denselben gedeckt würde, sondern vermöge der starken Refraction von allen Seiten gesehen werden müßte. Der vierte Mond würde in dieser Stellung, die Wollaston berechnet hat, und die häufig vorkommt, wie ein runder Heiligenschein um die Scheibe des Jupiter sich darstellen. Dies ist nun nie der Fall und somit die ganze Hypothese falsch.

§. 67. Es ist demnach mathematisch nachweisbar, daß alle Planeten, alle Weltkörper, bei welchen eine Dunsthülle nachgewiesen ist, und somit auch unsere Erde, durchaus begränzte Atmosphären besitzen, und daß dieselben nicht als verdichtete Zonen einer aus dem Raume stammenden, allgemeinen Atmosphäre angesehen werden können. Damit soll nicht behauptet werden, daß es keine für sich bestehende atmosphärische Massen in dem Raume gebe. Die Kometen sind wahrscheinlich nur zusammengeballte Dunstmassen, und es könnte sein, daß die Planeten und diejenigen Himmelskörper, welche Atmosphären besitzen (denn auch nicht alle Planeten scheinen welche zu besitzen), sie dadurch erhalten haben, daß Kometen, von ihnen angezogen, auf sie stürzten und sie auf diese Weise sich ihre dunstigen Hüllen aneigneten. Alle Speculationen über solche Vorgänge können nur total im Reiche der Hypothese bleiben, und sobald man auf sichere Thatsachen bauen will, so muß man, wie bei der Betrachtung der Wärmeverhältnisse unseres Erdkörpers auch, sich nur an dasjenige halten, was uns jetzt geboten ist, und den Grund der Erscheinungen in der Erde selbst, nicht aber außerhalb, suchen.

7. Das Wasser.

§. 68. Man kann im Allgemeinen behaupten, daß alles Wasser der Erde gesalzen sei, und daß das Meerwasser im Großen eine eben so constante Zusammensetzung habe als die Atmosphäre. Die Menge des süßen Wassers auf der Erde verschwindet fast, wenn man die ungeheure Quantität salzigen Wassers in's Auge faßt, welche Inseln und Continente umfluthet, und man kann nicht mit Unrecht annehmen, daß das süße Wasser nur durch besondere Umstände entsalzenes Meerwasser sei, und zwar entsalzen theils durch Filtration in den Erdschichten, theils aber besonders durch Verdunstung in die Atmosphäre, aus welcher es wieder in flüssiger Form auf die Erde niedergeschlagen wird. Das süße Wasser ist deshalb nicht frei von erdigen Bestandtheilen, welche es beim Durchsickern durch die Erdschichten aufgelöst hat, und die oft so bedeutend sind, daß das Wasser dadurch zur Mineralquelle wird, indem es auch Bestandtheile auflöst, die gewöhnlich weder im Meer-

Digitized by Google

wasser, noch in den süßen Quellen vorkommen. Süße Quellen wie Mineralquellen kommen aber hinsichtlich ihrer Menge und Verbreitung in keinen Betracht gegen die Quantität des Meerwassers.

§. 69. Das specifische Gewicht des Meerwassers, woraus man einigermaßen auf seinen Gehalt an Salzen schließen kann, schwankt nur innerhalb sehr geringer Grenzen in Mitten der Oceane. In der Nähe der Küsten freilich gibt es bedeutende Verschiedenheiten, die aber namentlich zusammenhängen mit der größeren oder geringeren Menge süßen Wassers, welches Flüsse und Bäche in das Meer führen. Der Salzgehalt ist dadurch geringer in Meeren, welche bedeutenden Zufluß an süßem Wasser erhalten und dabei nur wenig ausdünsten, während er sehr groß ist in solchen Meeren, wo die Verdunstung sehr bedeutend und der Zufluß süßen Wassers nur gering ist. Ebenso wird in den Polarmeeren durch das Eiswasser, welches bekanntlich fast rein ist, der Salzgehalt bedeutend herabgedrückt. Folgende Tabelle der specifischen Gewichte kann einen Begriff von der Stärke des Salzgehaltes der einzelnen Meere geben.

Destillirtes Wasser	1,00000
Geschmolzenes Meereis	1,00057
Schwarzes Meer	1,01418
Ostsee	1,01523
Weißes Meer bei Archangel . . .	1,01901
Meer von Marmora	1,01915
Eismeer des Nordpols	1,02664
Ocean in den Aequatorialgegenden .	1,02770
Ocean der südlichen Halbkugel . .	1,02882
Ocean der nördlichen Halbkugel . .	1,02829
Mittelländisches Meer	1,02930.

§. 70. Aus diesen Zahlen schon lassen sich verschiedene Verhältnisse erschließen, welche man zum Theil auch aus anderen Erscheinungen her kennt. So sind die Meere der Polargegenden specifisch leichter und um so weniger gesalzen, je näher sie dem Nordpole sind, weil eben durch die Menge geschmolzenen Eises ihr Salzgehalt verringert wird. Scoresby fand, daß die Mengung nur sehr unvollkommen vor sich gehe; daß namentlich an der Oberfläche das Wasser weithin um die Eisberge fast ganz süß sei, und daß noch bei 1380 Fuß Tiefe der Salzgehalt äußerst unbedeutend sei, was sich leicht begreifen läßt, da einer bedeutenden Flächenausbreitung auch eine gehörige Tiefe des ungesalzenen Eiswassers parallel gehen muß. Ebenso stehen das schwarze Meer und die Ostsee sehr niedrig mit ihrem Salzgehalt, weil diese beiden Becken bedeutende Flüsse empfangen, deren Zuschuß an süßem Wasser weit größer ist als die Verdunstung. Dieser Punkt scheint nicht ohne Wichtigkeit für die Entwicklung des organischen Lebens in den Gewässern.

Digitized by Google

Jedermann weiß, daß man in dem Meerwasser weit leichter schwimmt als in süßem Wasser, eben weil der organische Körper eine specifische Schwere hat, die kaum größer ist als diejenige des Wassers. Dieses mechanische Moment sowohl, als auch die veränderte chemische Zusammensetzung bedingt dann auch eigenthümliche organische Formen. Die Thiere, welche in der See leben, können meist nicht in süßem Wasser fortkommen, und umgekehrt. In der Ostsee nun und den Meeren, welche durch ihren geringen Salzgehalt sich dem süßen Wasser mehr nähern, leben auch eigenthümliche Thiere, welche sich denjenigen der süßen Gewässer nähern, so daß man schon aus der Physiognomie der Fische, Strahlthiere, Muscheln und Schnecken, welche in einem Meere leben, mehr oder minder auf dessen Salzgehalt schließen kann.

§. 71. Das mittelländische Meer befindet sich in einem eigenthümlichen Falle. Sein Salzgehalt ist größer als der aller anderen Meere, und zwar liegt der Grund dieser Erscheinung in der eigenthümlichen geographischen Lage. Die heißen, trockenen Winde, welche von Süden her über die afrikanischen Wüsten kommen, reißen auf ihrem Wege über das Mittelmeer eine bedeutende Menge Wasserdampf mit sich, indem sie sich förmlich damit sättigen, und auf diese Art entsteht eine Verdunstung, welche weit den Zuschuß, welchen die einströmenden Flüsse bringen, überwiegt. Deshalb geht auch immer ein Strom leichteren, weniger gesalzenen Wassers aus dem Ocean einerseits und dem schwarzen Meer anderseits in das Mittelmeer hinein. Das Mittelmeer nimmt beständig, aber nur ungemein langsam, an Salzgehalt zu; das schwarze Meer hingegen, bei welchem die einströmenden Flüsse überwiegen, an Salzgehalt ab. Besäße man den cubischen Inhalt der Gewässer beider Meere, sowie der Flüsse und Strömungen, die sich hinein ergießen, nur einigermaßen genau, so könnten sich daraus die Elemente einer Rechnung ergeben, deren Ziel die Bestimmung des Alters beider Meere sein würde. Mit den bis jetzt erhaltenen Elementen ist eine solche Berechnung freilich nicht möglich; indessen kann man voraussagen, daß eine solche Berechnung zu keinen sehr großen Zeiträumen führen würde. Alle Erscheinungen nämlich treffen dahin überein, zu zeigen, daß der jetzige Zustand der Erdoberfläche, die jetzt bestehende Schöpfung und der Mensch mit ihr, nur aus geringer Vorzeit datiren, und daß kaum mehre tausend Jahre verflossen sind seit dem Beginne dieser neuen Aera in der Geschichte unseres Planeten. Je ungeheurer die Zahlen sind, welche sich ergeben, sobald man auf den Uranfang unseres Planeten zurückzugehen sucht, um so kleiner erscheinen diejenigen, welche sich auf den jetzigen Zustand beziehen.

§. 72. Die Proportion der Salze, welche sich in dem Meerwasser befinden, so wie die Beschaffenheit dieser Salze, wechseln so wenig, daß man seine Zusammensetzung für constant annehmen kann. In der Nähe der Küsten

Digitized by Google

finden sich freilich sehr abweichende Verhältnisse, bedingt durch den Zufluß der süßen Gewässer. So fand Marcet folgende Zusammensetzung, die auf 10,000 Theile Meerwasser berechnet ist, und wobei die in fast unwägbarer Menge vorhandenen Substanzen, wie Jod und Bromverbindungen, außer Acht gelassen sind. Die vorderen Zahlen beziehen sich auf den Forth of Firth, eine Bucht in der Nähe Edinburg's, in welche sich ein Strom süßen Wassers ergießt, die anderen auf den nördlichen atlantischen Ocean.

	Forth of Firth	Ocean
Meersalz	220,01	266,00
Schwefelsaures Natron .	31,16	46,60
Salzsaure Magnesia . .	42,08	95,16
Salzsaurer Kalk . . .	7,93	19,90.

Für sich abgeschlossene Becken können wieder ganz andere Bedingungen ihres Salzgehaltes darbieten, der meist von besondern localen Verhältnissen des Bodens, in dem sie ausgehöhlt sind, abhängt. So enthält das kaspische Meer als Hauptbestandtheil statt Salz schwefelsaure Bittererde. Das merkwürdigste Beispiel einer fast gesättigten Salzlösung, in welcher die meisten Thiere nicht einmal zu Boden sinken können, bietet das todte Meer. Gmelin fand folgende procentische Zusammensetzung in diesem Wasser, das bei + 13 Grad R. ein specifisches Gewicht von 1,2123 besitzt.

Chlorcalcium	3,2141
Chlormagnesium	11,31724
Brommagnesium	0,4397
Chlornatrium	7,07617
Chlorkalium	1,67
Chloraluminium	0,896
Chlormangan	0,2117
Salmiak	0,00715
Schwefelsaurer Kalk	0,0527
Total	24,5398
Wasser	75,4602

§. 73. Der Salzgehalt der Meere, so gering er auch scheinen mag, hat dennoch den größten Einfluß auf dessen physikalische Eigenschaften, die zum Theil wesentlich dadurch von denjenigen des süßen Wassers abweichen. Bekanntlich findet sich der Punkt der größten Dichtigkeit des süßen Wassers nicht an dem Gefrierpunkte, sondern bei + 4°,5 C. Das Wasser, welches diese Temperatur besitzt, ist schwerer als Wasser, welches kälter ist, und bis zu dem Gefrierpunkte dehnt sich die Flüssigkeit immer mehr aus. Aus diesem Grunde gefrieren auch die süßen Gewässer so leicht. Die kälteren Schichten bleiben nämlich oben, während die von + 4°,5 C. zu Boden sinken, und so können die durch die äußere Kälte getroffenen Schichten endlich bis unter

Digitized by Google

den Gefrierpunkt erkalten und dann in Eis übergehen. Mit dem Meerwasser verhält es sich anders. Sein Gefrierpunkt ist etwa bei — 2°,55 C. Der Punkt seiner größten Dichtigkeit bei — 2°,67 C. Daraus folgt, daß die kalten Schichten des Meerwassers stets zu Boden sinken, mit den unteren wärmeren Schichten sich mengen, und daß so ein Gefrieren des Meerwassers erst dann möglich wird, wenn die ganze Masse durch und durch gleichmäßig erkaltet ist. Das Meer gefriert deshalb nur äußerst schwer, und in der That hat auch Bravais in Hammerfest, wo er überwinterte, beobachtet, daß das Gefrieren der Fiorde im Verhältniß zu der Menge süßen Wassers, die hineinfließt, steht, und daß Fiorde, in welche kein süßes Wasser fließt, fast gar nicht gefrieren, während diejenigen, denen ein Bach zuströmt, mehr oder minder weit vom Ufer gefrieren.

§. 74. Schon oben wurde darauf aufmerksam gemacht, daß der verschiedene Grad von Salzgehalt der Meere einen wesentlichen Unterschied in der Fauna dieser Gewässer bedingt und daß der geübte Zoologe auf den ersten Blick eine Seemuschel von einer Süßwasserconchylie unterscheiden kann. Die Thiere, welche die gesalzenen Meere bewohnen, haben ebenso gut einen bestimmten Habitus, wie diejenigen des Brackwassers und die des süßen Wassers, und derselbe Habitus setzt sich auch in den Fossilen fort. Die Muscheln und Schnecken der älteren Schichten, wie überhaupt die Faunen der verschiedenen geologischen Terrainsfolgen, haben ganz den Habitus, welcher den jetzigen Seethieren zukommt, und wenn auch ihre Formen oft verschieden sind, so läßt sich doch aus dem Gesammtbilde ihrer Organisation schließen, daß sie Gewässer bewohnten, deren Salzgehalt nicht sehr von demjenigen der jetzigen Meere verschieden war. Es ist somit wahrscheinlich, daß die Meere der älteren Zeiten in dieser Beziehung den jetzt auf der Erde existirenden vollkommen glichen, und man sieht auch wieder aus diesem Beispiele, daß man sich nicht in unbestimmte Speculationen ergehen darf, wenn man auf ältere Zustände schließen will, sondern daß man stets innerhalb gewisser Gränzen sich bewegen muß, welche durch das Zusammentreffen der Umstände geboten werden. Es wäre absurd, Meere annehmen zu wollen, welche einen ungemein größeren Salzgehalt gehabt hätten; die aus der jetzigen Schöpfung gezogenen Schlüsse widersetzen sich einer solchen Annahme.

§. 75. Die Meere decken einen weit größeren Flächeninhalt auf der Erde als das feste Land, dies lehrt schon ein flüchtiger Blick auf eine jede Weltkarte. v. Humboldt hat den Flächenraum näher berechnet, und zwar auf folgende Weise. Man theilt bekanntlich die Erdkugel in eine bestimmte Anzahl von Parallelkreisen, die in gleichen Abständen vom Aequator herumlaufen. Diese Breitengrade werden von den Meridianen geschnitten, welche größte Kreise darstellen, die in den Polen einander schneiden und an dem Aequator um einen Grad von einander abstehen. Auf diese Weise ist die Erdkugel

Digitized by Google

in lauter Trapezoide getheilt, deren Höhe in der Richtung der Meridane dieselbe ist, und deren dem Aequator zugewandte Seite größer ist als die gegen die Pole gerichtete. Wenn man nun den Flächenraum eines Trapezoids in jedem Parallelkreise bestimmt, so kann man daraus den Flächeninhalt eines jeden Parallelkreises und somit den der Erde kennen. Durch eine Zusammenzählung aller Trapezoide, die auf das Meer, und aller, die auf festes Land fallen, sowie durch Abschätzung des relativen Flächengehaltes derjenigen, welche festes Land und Meer enthalten, bekommt man dann eine ziemlich genaue Uebersicht des gegenseitigen Verhältnisses beider Elemente. v. Humboldt ist auf diese Weise verfahren und zu dem Resultate gekommen, daß, wenn man die Oberfläche der Erde = 1 setzt, das Meer 0,734 und das feste Land 0,266 Theile dieser Oberfläche deckt. Das feste Land beträgt mithin nur wenig mehr als ein Viertheil, das Meer beinahe drei Viertheil der Erdoberfläche.

§. 76. Eine andere Methode, das gegenseitige Verhältniß von Meer und Land zu messen, die aber weit weniger rationell als die von Humboldt angewandte ist, besteht darin, auf dickem Papier oder Pappdeckel, welchem die Form eines Globus gegeben worden ist, die Continente und Inseln aufzuzeichnen und dann auszuschneiden. Indem man nun das Gewicht des Ausgeschnittenen mit dem Uebrigbleibenden vergleicht, erhält man eine approximative Schätzung, die aber, wie leicht einzusehen, nie die Sicherheit der andern mathematischen Methode erreichen kann, indeß zu annähernden Resultaten führt. Wie man indessen auch verfahren möge, so bleibt immer einige Unsicherheit wegen unserer unzulänglichen Kenntnisse über die Gegenden in der Nähe der Pole. Wir kennen nicht genug den Umfang des festen Landes, welches sich in der Nähe derselben befindet, und somit wird jedenfalls so lange Unsicherheit in dieser Hinsicht bestehen, bis der Flächeninhalt der Polarländer genau bekannt ist.

§. 77. Das wenige feste Land, welches sich auf der Erde befindet, ist indeß noch obenein sehr ungleich auf derselben vertheilt, und zwar befindet sich in der nördlichen Hälfte ein bedeutend größerer Flächenraum Land als in der südlichen. In der nördlichen Hemisphäre beträgt das Land 0,40 der Gesammtoberfläche, in der südlichen nur 0,12; es verhalten sich demnach diese beiden Oberflächen wie 100 zu 30. Die südliche Hemisphäre hat nicht ein Drittel so viel Land als die nördliche, und die größte Verschiedenheit zwischen zwei Halbkugeln der Erde tritt bei der (Fig. 9.) gegebenen Projektion der Erdkarte hervor. Betrachtet man die Vertheilung des Festlandes nach Zonen, so stellen sich folgende Verhältnisse heraus.

Nördliche kalte Zone 0,25

Südliche kalte Zone 0,? Zur Zeit als Humboldt, dem unsere Angaben entlehnt sind, diese Berechnungen anstellte, war noch kein Land in

Digitized by Google

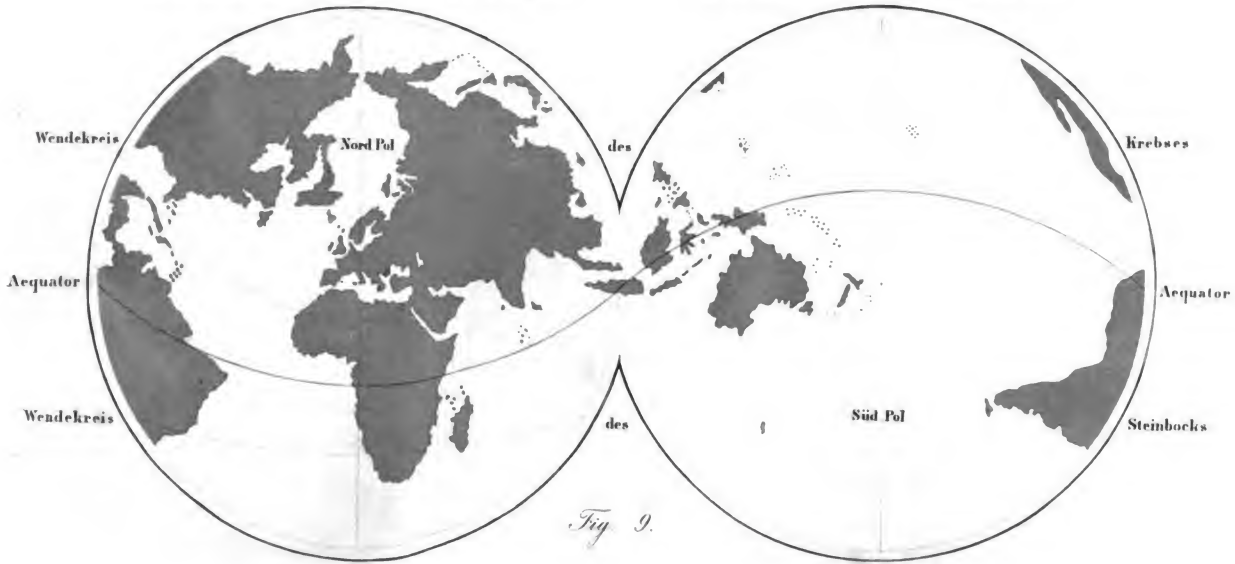


Fig 9.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

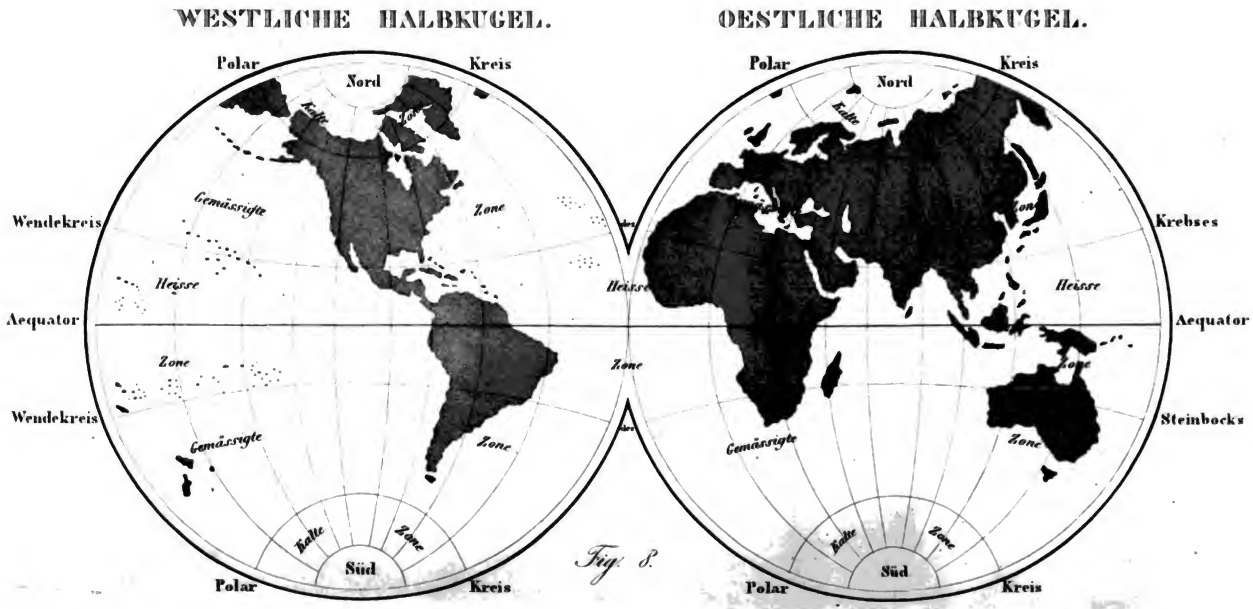

WESTLICHE HALBKUGEL.
OESTLICHE HALBKUGEL.
Polar
Kreis
Nord
Kalte
Zone
Gemässigte
Heisse
Wendekreis
Aequator
Süd
Krebses
Steinbocks

Fig. 8.

den südlichen Polargegenden bekannt, und Humboldt setzte demnach ganz einfach für die Umgebung des Südpols Null. Jetzt hat man dort das Land Adelie und noch einige andere Küstengegenden entdeckt, so daß wir sicher wissen, daß Humboldt's damalige Annahme irrig war. Wieviel aber dieses südliche Polarland betrage, dies kann auch jetzt noch nicht einmal vermuthet werden.

Nördliche gemäßigte Zone	0,53
Südliche » »	0,07
Nördliche heiße Zone	0,26
Südliche » »	0,24

Ein Blick auf diese Zahlen lehrt schon, daß innerhalb der Wendekreise die Vertheilung des Festlandes auf beiden Hemisphären etwa gleich sei, und daß im Mittel ein Viertel des Flächenraumes dieser Gegend vom Festlande gebildet werde. Der größte Unterschied findet sich zwischen den gemäßigten Zonen; denn während in der nördlichen Zone die Ausbreitung des Festlandes etwas mehr als die Hälfte des Flächenraumes beträgt, so hält sie sich in der südlichen noch unter einem Zehntel.

§. 78. Bei den angegebenen Verhältnissen denkt man sich die Erde nach Parallelkreisen getheilt. Man kann sie aber auch, einem Meridiane zu Folge, in zwei Hälften geschnitten denken, deren eine die alte Welt, die andere die neue Welt in sich faßt (siehe Fig. 8. §. 74.), und wenn man dieser Art von Eintheilung nach die Verhältnisse von Festland und Meer berechnet, so finden sich in der alten Welt 0,36, in der neuen 0,17, d. h. beide Continente verhalten sich etwa wie 100:47. Die alte Welt ist mehr als doppelt so groß als die neue.

§. 79 Man darf indeß bei diesen Betrachtungen nicht vergessen, daß der Flächeninhalt der verschiedenen Zonen nicht so genau mit einander in Verhältniß steht, als man gewöhnlich zu glauben geneigt ist. Man spricht meistens von der kalten Zone im Gegensatze zu der heißen, als wenn beide denselben Flächeninhalt hätten und demnach in vollkommenen Gegensatz zu einander gestellt werden könnten; dies ist aber durchaus nicht der Fall. Wenn man die Gesammtoberfläche der Erde gleich 1000 setzt, so ergeben sich folgende Verhältnisse des Flächeninhaltes der verschiedenen Zonen.

Eine Zone.		Beide zusammengenommen.
Heiße Zone	199,37455	. . . 398,74910
Gemäßigte Zone . . .	259,15550	. . . 518,31100
Kalte Zone	41,46995	. . . 82,93990
	500,00000	1000,00000

Die heiße Zone, welche die Gegend innerhalb der Wendekreise begreift, endet bekanntlich bei einer Breite von 23 Graden und einigen Minuten. Eine leichte geometrische Deduction genügt aber, um zu zeigen, daß der

Digitized by Google

Flächeninhalt, welcher zwischen dem 30sten Grade nördlicher und südlicher Breite liegt, genau ebenso groß ist als der Flächeninhalt der beiden nach den Polen zu gelegenen Hälften zusammengenommen. Nun geht aber der 30ste Grad durch das nördliche Afrika und die Länder, welche diesem Klima entsprechen. Ueberall in diesem Breitengrade sind die Variationen des Klimas unbedeutend, der Unterschied zwischen Sommer und Winter nur gering, und die Schwankungen um die mittlere Temperatur klein. Wir können demnach behaupten, daß die Erde in zwei gleiche Hälften getheilt ist, deren eine wie ein breiter Gürtel den Aequator umfaßt, während die andere Hälfte der Oberfläche an die beiden Pole vertheilt ist. Der Aequatorialgürtel hat eine fast constante Temperatur; an den Polarhälften finden sich die so sehr verschiedenen Klimate. Das meiste Festland befindet sich innerhalb des Aequatorialgürtels, wo auch die üppigste Vegetation und die reichste Entfaltung thierischen Lebens sich entwickeln.

8. Absolute Höhe verschiedener Punkte auf der Erde.

80. Das Meer bildet, vermöge seiner eigenthümlichen Natur als Flüssigkeit ein constantes Niveau auf seiner ganzen Oberfläche, das indeß nicht so leicht zu bestimmen ist als sich auf den ersten Blick glauben ließe. Zwei Ursachen sind es namentlich, welche eine beständige Oscillation des Meeresspiegels unterhalten: die Winde und die Ebbe und Fluth, welche letztere bekanntlich aus zwei verschiedenen Ursachen entsteht, einerseits durch die Anziehung, welche die Sonne, und dann namentlich durch die Attraction, welche der Mond auf die Gewässer ausübt. Die Sonnenfluth ist bei weitem unbedeutender als die Mondesfluth; beide wechseln zweimal während eines Tages mit einander ab. Da aber ein Sonnentag und ein Mondtag nicht genau mit einander correspondiren, so trifft es sich auch, daß die mannigfachsten Combinationen der beiden Fluthen mit einander entstehen. Die höchste Fluth tritt natürlich dann ein, wenn beide Fluthen mit einander zusammenfallen, die niedrigste, wenn beide um 6 Stunden von einander entfernt sind. Die Höhe der Fluthen ist indeß weder in allen Meeren, noch auch in allen Theilen desselben Meeres gleich; — man beobachtet die größten Verschiedenheiten, die meist von localen Einflüssen und Hemmnissen abgeleitet werden müssen. In dem Mittelmeer z. B., das nur ein kleines, ringsum geschlossenes Becken darstellt, ist auch die Ebbe und Fluth so gering, daß sie meist ganz unter den durch den Wind bedingten Oscillationen verschwinden. In dem Ocean sind sie bedeutend größer; an den Küsten Frankreichs, namentlich aber an der Mündung des Kanals außerordentlich hoch. In St. Malo, vor allen aber in Grandville, kommen mit die höchsten Fluthen auf der Erde vor, und der Spielraum, innerhalb dessen sie sich bewegen, oder mit anderen Worten, der Unterschied

Digitized by Google

zwischen der größten Fluth und der niedrigsten Ebbe beträgt in Granville bis 15 Meter. In einigen kleinen Buchten an der schottischen Küste soll dieser Höhenunterschied sogar bis 20 Meter betragen. Im Mittel kann man den Spielraum von Ebbe und Fluth auf einen bis zwei Meter anschlagen; so bedeutende Ausnahmen, wie die erwähnten, hängen meist von localen Verhältnissen ab, und zwar namentlich an den angeführten Küstenpunkten des Kanals von dem Andrange der ungeheuren Massermasse des Oceans gegen die enge Oeffnung, an welcher der empfundene Widerstand die Wellen anschwellt.

§. 81. Die mittlere Höhe eines Meeresspiegels kann demnach nur durch Beobachtungen festgestellt werden, welche mit großer Genauigkeit Jahre lang fortgesetzt wurden. Wäre freilich nur der Einfluß der Ebbe und Fluth und die daraus hervorgehende stete Veränderung des Niveaus, so könnte die Bestimmung noch leichter sein, da diese Faktoren wenigstens eine constante Wirkung äußern. Allein die Richtung der Winde und die Kraft der Winde kommt hier ebenfalls in's Spiel, und dies Element ist bekanntlich ein sehr veränderliches. Jeder vom Lande kommende Wind drückt das Niveau des Wassers an der Küste herab; jeder Seewind macht dasselbe schwellen, und es ist leicht begreiflich, daß an Küsten, wo beständige Passatwinde in unabänderlicher Direktion wehen, das Niveau constant entweder erhöht oder erniedrigt sein muß, während an andern Orten, wo die Winde sich ändern und bald mit, bald gegen die Fluth arbeiten, die größten und mannichfachsten Schwankungen und Oscillationen aus diesen complexen Verhältnissen hervorgehen.

§. 82. Diese verschiedenen localen Einflüsse sind auch Ursache, daß die einzelnen Meere durchaus nicht dasselbe Niveau haben, sondern oft sehr beträchtliche Unterschiede zeigen. So befindet sich das constante Niveau des rothen Meeres bei weitem höher als dasjenige des Mittelmeeres, und der Unterschied zwischen dem höchsten Stande des rothen und dem niedrigsten Stande des mittelländischen Meeres beträgt nicht weniger als 9,91 Meter, mithin etwa 30 Fuß. Der Unterschied zwischen dem tiefsten Stande des rothen Meeres und dem höchsten des Mittelmeeres wird zwar einige Meter weniger betragen, allein immer noch bedeutend genug sein, um einem Canal, den man durch die Landenge von Suez stechen würde, einen bedeutenden Fall zu verschaffen, der sogar größer sein würde, als derjenige des Nilflusses. In einem solchen Canal würden also die Gewässer mit ziemlich bedeutender Schnelligkeit aus dem rothen Meer gegen das Mittelmeer strömen. Dieser Unterschied zwischen zwei Meeren, welche einander so nahe liegen, fällt mit Recht auf, wird aber weniger merkwürdig, sobald man die gegenseitigen Verhältnisse der beiden Becken in's Auge faßt. Das rothe Meer hängt durch eine weite Oeffnung mit dem indischen

Digitized by Google

Ocean zusammen, dessen Fluthwellen sich in seinen langen Canal fortsetzen und dort durch die Einengung und den Widerstand verstärken, wodurch natürlich das allgemeine Niveau des rothen Meeres schon erhöht werden muß. Ferner streichen von dem indischen Oceane die Passatwinde fast beständig gegen Norden und erheben dadurch das Niveau des rothen Meeres ebenfalls um ein gewisses Quantum. Endlich noch steht das Mittelmeer in eigenthümlichen Localverhältnissen, welche die Verdunstung auf seiner Oberfläche sehr bedeutend erheben. Die heißen Winde der Wüste, die aus Gegenden kommen, wo es fast nie regnet, wo die Erde trocken ist, entreißen dem Mittelmeere eine ungeheure Menge von Wasserdämpfen, welche sie auf ihrem Zuge gen Norden wieder verlieren. Schon bei der Discussion des Salzgehaltes der einzelnen Meere wurde bemerkt, daß eben dieser lebhaften Evaporation wegen das Wasser des Mittelmeeres gesalzener sei als das anderer Meere; seine Evaporation überwiegt den Zuschuß, den es beständig an süßem Wasser empfängt, sein Niveau erniedrigt sich, und daher erklären sich auch die Strömungen, welche beständig aus dem großen Ocean durch die Meerenge von Gibraltar und aus dem schwarzen Meere durch die Dardanellen und das Meer von Marmora in das Mittelmeer sich ergießen, und von denen die erste bis nach Egypten hin merklich ist. Diese Strömungen schon weisen auf das Deutlichste nach, daß die Niveaus des schwarzen Meeres, sowie des Oceans, erhabner sind als die des Mittelmeeres; und dieser Fall muß noch mehr eintreten hinsichtlich des rothen Meeres, da hier mehre Ursachen in derselben Wirkung zusammentreffen, nämlich in Erhebung des rothen Meeres und Erniedrigung des Mittelmeeres.

§. 83. Wenn schon Meere, welche mit einander zusammenhängen, oder die nur wenig entfernt sind, bedeutende Unterschiede in ihrem Niveau zeigen, so kann es nicht befremden, daß bei isolirten Becken diese Unterschiede noch weiter gehen, und daß es mehre solcher größerer oder kleinerer Wasseransammlungen giebt, welche sogar tiefer liegen als das Meer. An den Rhonemündungen schon giebt es Lachen und größere Seen von brakischem und salzigem Wasser, deren Niveau bedeutend tiefer liegt als das Mittelmeer, was sich leicht begreift, wenn man bedenkt, daß in diesen Becken die Verdunstung eben so stark ist wie im Mittelmeer, während doch kein Zuschuß, wie dort, vorhanden ist.

§. 84. Ein bekanntes Beispiel von einer Depression unter das Niveau des Oceans ist das Becken des caspischen Meeres. Man nahm früher an, daß der Spiegel dieses gesalzenen Binnensees etwa 300 Fuß tiefer läge als das Niveau des schwarzen Meeres, und man sprach viel von dieser großen Depression und von den Verhältnissen, welche dieselbe bedingt haben könnten. Alex. v. Humboldt, der sich viel mit dem Gegenstande beschäftigt und die Messungen und Nivellirungen, welche gemacht wurden,

Digitized by Google

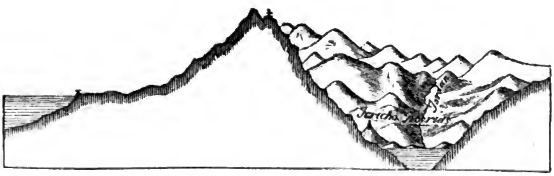
genau revidirt hat, bringt als Endresultat heraus, daß die Depression nur 24,75 Meter betrage, und neuere Beobachtungen reduciren die Zahl gar noch auf 11,8 M. Man sieht daraus, wie viel auf alle die übertriebenen Declamationen zu halten ist, die man über diese vermeintlich ungemein große Einsenkung in der Erdrinde gemacht hat. Es liegt im Allgemeinen in der Natur der Dinge, daß man die vertikalen Maaße übertreibt, die horizontalen verkürzt; allein in dem speciellen Falle ist man hierin doch zu weit gegangen. Das Becken des caspischen Meeres ist eigenthümlich gestaltet; es ist, namentlich nach Norden hin, ungemein seicht, und in der Nähe der Einmündung der Wolga z. B. kann man Stunden weit im Wasser vorangehen, ohne daß man eine merkliche Vertiefung des Beckens wahrnimmt. Es ist begreiflich, daß eine solche Einrichtung die Verdunstung ungemein befördert, und da die Flüsse, welche das Meer nähren, verhältnißmäßig nur klein sind, so ist es natürlich, daß das Niveau sich tiefer stellt als in anderen Becken. Das Verhältniß brauchte sich bloß umzudrehen, und die Flüsse müßten etwas mehr Wasser zuführen als verdunstet, so würde man bald das Niveau sich erheben und dasjenige des schwarzen Meeres erreichen sehen. Die Ausdehnung des caspischen Meeres würde dann freilich bei weitem größer sein, da die umliegenden Ufer nur sehr schwaches Gefälle haben; allein kein Mensch würde dann die Depression erstaunlich finden. Kurz, wenn man nur das Augenmerk nicht auf die, durchaus von localen Verhältnissen abhängige Füllung des caspischen Beckens mit mehr oder weniger Wasser richtet, sondern die Bildung dieses Beckens selbst in's Auge faßt, abgesehen von seinem Wassergehalte, so verliert das ganze Phänomen das Außerordentliche, was man lange daran hat finden wollen.

§. 85. Eine weit bedeutendere Depression als diejenige des caspischen Meeres findet sich am todten Meere. Man hat die Messungen auf verschiedene Arten, theils trigonometrisch, theils barometrisch ausgeführt, und alle diese verschiedenen Systeme haben zu Resultaten geführt, die ziemlich nahe mit einander übereinstimmen. Einige Beobachter sprechen von einer Depression von nur 407 Metern; S. von Berthoud, der die fleißigsten und genauesten Beobachtungen gemacht zu haben scheint, giebt 419 Meter. Russegger 426,71 Meter. Man ersieht aus diesen verschiedenen Angaben, daß hier die Depression in der That sehr bedeutend ist, und daß man wohl bei dem todten Meere die großen Phrasen anwenden könnte, welche man so unnütz hinsichtlich des caspischen Meeres verschwendete. Nicht minder auffallend ist es, daß das todte Meer auch zugleich an Salzgehalt alle andern übertrifft. Das todte Meer hat keinen Ausgang, die stattfindende Evaporation hält dem Zuflusse des Jordan das Gleichgewicht. Das Thal des Jordans selbst ist zum großen Theile unterhalb des Niveaus des mittelländischen Meeres gelegen, und der See Tiberias sogar findet sich noch unter-

Digitized by Google

halb dieses Niveaus. Eine solche Erscheinung ist nur erklärlich durch die ungeheure Evaporation, die in dem heiligen Lande stattfindet, und deren Effekt, wie bekannt, noch dadurch vergrößert wird, daß es in jenem Lande fast nie regnet. Befände sich der Thalkessel, dessen tiefster Punkt von dem todten Meere erfüllt ist, in unseren Gegenden, so würde derselbe bis zu dem Niveau des Meeres sich füllen, und somit die ganze Gegend unter Wasser stehen. Ganz Judäa würde freilich nicht unter Wasser kommen, denn Jerusalem und viele andere Punkte liegen noch hoch über dem Meere, und Jericho mag etwa in gleichem Niveau mit dem Meere sich befinden. Das Profil des heiligen Landes ist demnach eines der merkwürdigsten, das man kennt, eben weil ein so tiefes Becken und ein ganzer Fluß unterhalb des Niveaus des Meeres liegen, das nur durch eine Bergkette von wenigen Stunden Breite davon getrennt ist.

Fig. 10.



§. 86. Die meisten Binnenseen und Binnenmeere liegen oberhalb des Niveaus des Meeres und zwar in sehr veränderlichen Höhen. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß ein See um so niedriger liegt, je größer er ist, und daß in bedeutenden Höhen sich nur kleinere Wasseransammlungen befinden. Es läßt sich dies sehr leicht aus der Configuration der Bergketten und der Thäler begreifen; breite Thäler finden sich ebenfalls meist nur in der Tiefe, während in den höheren Gegenden im Allgemeinen nur schmale Thalrisse vorkommen. Die Kenntniß der absoluten Höhen, in welchen die Wasseransammlungen sich finden, ist in sofern besonders wichtig, als damit auch die absolute Höhe der Ufer gegeben ist, und man sich somit einzig nach diesen Angaben schon eine Idee von der Configuration eines bestimmten Landes machen kann, so wie der Höhe der hauptsächlichsten Städte, welche an den Ufern liegen.

§. 87. Absolute Höhe in Metern.

Todtes Meer . . .	— 419	unter dem Meeresspiegel		
Caspisches Meer . .	— 11, 8	„ „ „	}	Asien.
Aralsee	+ 10,91	über „ „		
Baikalsee	432,69			
Gardasee	71			
Lago maggiore	226		}	Lombardei.
See von Lugano	300			

Digitized by Google

Absolute Höhe in Metern.

Genfersee	375	Die hier aufgezeichneten Wasserbecken welche alle in der ebenen Schweiz sich finden, zeigen zugleich, daß das Niveau dieser Gegend etwa in 400 Meter absoluter Höhe sich findet, und es braucht nur geringer Reflexion und der Zugabe einiger Meter an den geeigneten Orten, um ungefähr sogleich die Höhe der hauptsächlichsten Städte der Schweiz danach angeben zu können.
Bodensee	398	
Züchersee	409	
See von Wallenstadt	435	
» » Zug	436	
» » Neuchâtel	437	
» » Vierwaldstätten	437	
» » Thun	579	In der gebirgigen Schweiz, wo noch weit höher gelegene Seen vorkommen.
» » Brienz	580	
» » Annecy	444	Savoyen.
Schwarzsee	1054	Vogesen.
Weißsee	950	
See von Ladoga		Nördliches Rußland. Liegen kaum einige Meter über dem Meere, und geben so die Höhe des ganzen weiten Plateaus, welches sich von Petersburg bis zum weißen Meere erstreckt.
» » Onega		
» » Ontario	72,80	Seen in Nordamerika, zwischen Canada und den Vereinigten Staaten. Alle diese Seen liegen in dem nämlichen Thalzuge, sind gleichsam nur tiefere Löcher in der Rinne des St. Lorenzflusses, der sie mit einander verbindet.
» » Erie	173,24	
» » Michigan und Huronensee	182,40	
Der Obere See	192,15	

Die Seen der europäischen Alpen sind indeß bei weitem nicht die höchsten auf der Erde Der See von Titicaca in den Anden des südlichen Amerika's liegt in einer Höhe von 3899 Meter nach den Angaben Alex. v. Humboldt's, und der heilige See des Indus in der Kette des Himalaya, der See von Mapam und Lanka gar in einer Höhe von 5180 Meter über dem Meere. Dieser letztere See ist mehre Monate des Jahres hindurch gefroren und ist den Hindus hauptsächlich deswegen heilig, weil, ihrer Ansicht nach, die 4 heiligen großen Flüsse in seiner Nähe entspringen. Der See von Titicaca bietet ziemlich interessante Localverhältnisse. Die Bergkette der Anden steigt sehr steil aus dem Meere an, so daß er in horizontaler Richtung nur wenige Stunden vom Ufer entfernt ist. Ein Ausfluß nach dem Meere hin würde einen unerhörten Fall und somit eine unermeßliche Geschwindigkeit besitzen. Ein solcher existirt aber nicht. Der See liegt im Hintergrunde eines schmalen Längsthales; ein Bach entströmt ihm, der sich in einen zweiten kleineren See ergießt, in welchem dann das Gleichgewicht zwischen Verdunstung und Zufluß sich herstellt, so daß aus diesem zweiten See kein Abfluß Statt findet. Das Verhältniß zwischen diesen beiden Seen ist etwa ein ähnliches, wie das zwischen dem See Tiberias und dem todten Meer; ersterer empfängt auch durch den Jordan mehr Wasser als er verdunstet, in letzterem erst stellt sich das Gleichgewicht her. Nur ist bei dem See von Titicaca die Höhe über dem Meere ungeheuer und auch der obere See

Digitized by Google

der bedeutendere, während das todte Meer gerade größer als der See Tiberias und seine Höhe eine negative ist.

§. 88. Zur Vergleichung der relativen Verhältnisse der verschiedenen Accentuirungen des Bodens ist eine Kenntniß der absoluten Höhen der bewohnten Punkte namentlich sehr wichtig. In Frankreich finden wir folgende Höhen der bedeutendsten Städte.

	Meter.
Paris. Der Nullpunkt des Flußmessers am Fuße der Brücke von Tournelle nach einigen Messungen	22,63
Nach einer Triangulation von Havre aus .	27,60
Andere Angaben	26,10
Im Mittel nimmt man gewöhnlich an . .	26,00
Das Becken des Barometers am Observatorium	65,00

Die tiefe Lage von Paris ist sehr auffallend. Es folgt daraus, daß die Seine bis nach Havre nur sehr wenig Fall haben kann.

Blois . .	102	Meter.
Poitiers .	118	»
Straßburg	144	»
Bourges .	157	»
Chartres .	158	»
Metz . .	160	» (Die umgebenden Plateaus etwa 200 Meter.)
Lyon . .	162	»
Mâcon .	170	»
Nancy .	196	»
Norvins .	203	»
Lunéville .	228	»

Man darf hierbei nicht übersehen, daß die relative Höhe von Lyon und Straßburg mit wenigem Unterschiede die nämliche ist, was insofern merkwürdig ist, als beide Städte an zwei großen Flußgebieten, Rhein und Rhone, etwa in ähnlichen Verhältnissen sich finden. Die eine am Zusammenfluß von Ill und Rhein, die andere am Winkel von Rhone und Saône. In Italien möchten, zur Kenntnißnahme des Flußgebietes des Po, folgende Punkte wichtig sein.

Mailand	119,81	Meter.
Trema	79,56	»
Verona	59,08	»
Mantua	15,78	»
Padua	11,17	»

Spanien ist im Allgemeinen ein hohes Gebirgsland; besonders reich an Hochebenen, und aus diesem Grunde schon ist seine Temperatur nicht so hoch, als man wohl glauben sollte. Die Lage des Escurial in 1052 Meter Höhe, und die von Madrid, die 608 Meter beträgt, beweisen hinlänglich diese Behauptung.

Digitized by Google

Die Ebenen im Norden Deutschlands dagegen liegen sehr tief; ein ganzer Strich Landes längs den Küsten der Nord- und Ostsee erhebt sich kaum über 40 Meter; Berlin liegt auf 29—32 Meter absoluter Höhe.

Das allmähliche Ansteigen des deutschen Landes nach innen zu zeigt sich leicht aus folgenden Höhenangaben. Dresden 90 Meter, Göttingen 134, Cassel 158. — Das innere Plateau von Würtemberg, Baiern und Oesterreich schwankt zwischen 340 bis gegen 500 Meter. — Ulm 369, Regensburg 362, Wien 133, Salzburg 452, Augsburg 475, München 538. — In ähnlicher Höhe finden sich die Gegenden des Erzgebirges und Thüringer Waldes (Freiberg in Sachsen 372 Meter), während Böhmen ein verhältnißmäßig tiefes, rings umschlossenes Becken bildet, wo Prag nur 179 Meter absoluter Höhe zeigt. Die bedeutende Niederung der ungarischen Ebenen bis zum Ausflusse der Donau zeigt sich schon aus der geringen Höhe von Wien.

Dieselbe Erscheinung von wenig erhabenen und ungeheuer weit ausgedehnten Ebenen setzt sich, nur in weit größerem Maßstabe, in das Innere Rußlands fort, und die Wasserscheide zwischen dem schwarzen Meere und kaspischen Meere einerseits und den nördlichen Meeren anderseits wird weniger durch eine Bergkette als vielmehr durch ein Plateau gebildet, das nur allmählich äußerst sanft ansteigt, so daß der Punkt der Scheidung kaum genauer bestimmt werden kann. Auf der Höhe dieses Plateaus liegen die folgenden Punkte.

	Meter.	
Pinsk . . .	132	
Osmiana . .	287	
Moscau . .	92—111	
Perm . . .	113	
Kasan . . .	18	Das Becken des Barometers am Observatorium in Kasan hängt in 58,4 Meter absoluter Höhe.
Smolensk . .	263	
Miask . . .	302	
Slatuosk . .	359	
Katharinenburg	246	

Ebenso gering als die Erhöhung der Ebenen des europäischen Rußlands ist diejenige der sibirischen Ebenen. Dieses ungeheure Land bietet eine unendliche Fläche, die erst weit im Süden sich allmählich nach dem Altai erhebt. Die mittlere Höhe dieser Ebenen von Sibirien beträgt nach Humboldt 78,84 Meter. Der Lauf der Lena ergiebt folgende Zahlen:

Quelle der Lena im Altai .	662.
Lena bei Tamenoskt . . .	347.
» » Kirenz	237.
» » Jakutzk	94.

Digitized by Google

Andere Punkte Sibiriens und des Altai:

	Meter.	
Tobolsk . .	35	An der chinesischen Grenze. Auf eine Länge gleich derjenigen Europa's finden sich demnach nur etwa 250 Meter Fall.
Der hohe Irtisch	253	
Platask . .	260	Im Altai. Der See von Telezk soll etwa ähnliche Verhältnisse, hinsichtlich seiner Lage und Vegetation darbieten, wie der Brienzersee im Berner Oberlande.
See von Kolivaw	309	
Ust-Kamengorsk	257	
See von Telezk .	518	

Bengalen und das Pendschab bilden gleichsam die Lombardei Asiens; ein glückliches Land, am Fuße einer hohen Bergkette ausgedehnt, von reichen Strömen bewässert. Seine Erhebung in den ebeneren Gegenden ist wenig beträchtlich. Lahore liegt bei 233 Meter, Delhi bei 253 Meter absoluter Höhe.

Wenn nach beiden Meeren zu die Erhebung Asiens wenig beträchtlich ist, so verhält sich dies anders mit Centralasien, auch abgesehen von den ungeheuren Bergketten des Himelaya, die wir später betrachten werden. Selbst die Wüsten Centralasiens liegen ungemein hoch; diejenige der großen Bucharei zum Beispiel in 585 Meter absoluter Höhe; Balk in 546; Bokhara in 370 Meter.

Eben so ist der Süden und Westen bedeutend erhöht, Jerusalem zeigt 805 Meter über dem Meere; in Persien finden sich folgende Ergebnisse.

Erivan	1075	Meter.
Teheran	1222	»
Ispahan . . .	1341	»
Schiras	1360	»
Tabris	1510	»
Erzerum . . .	1657	»

Die so bedeutende Erhöhung des persischen Plateaus scheint selbst die Erklärung der historischen Begebnisse der Vorzeit zu liefern, indem es leicht begreiflich ist, daß ein Volk, wie die Perser, welche auf einem erhabenen Plateau wohnten, kräftiger und kriegerischer gesinnt waren als die in den tiefen Ebenen wohnenden Babylonier und Mesopotamier, deren Reiche sie überflutheten und zerstörten.

---

§. 89. Alex. v. Humboldt hat eine eigenthümliche Art der Bestimmung der Höhe eines Plateaus vorgeschlagen, die namentlich dann von Vortheil ist, wenn es sich darum handelt, die Erhebungen der Continente im Großen über den Plateaus zu bestimmen. Man sucht zu diesem Ende so genau als möglich die verschiedenen Punkte auf, welche etwa in derselben Horizontalebene liegen, nimmt das Mittel zwischen den höchsten und tiefsten Punkten und gelangt so zu einer Zahl, welche die Höhe des Plateaus

Digitized by Google

ausdrückt, die vorhanden wäre, wenn alles geebnet und verstrichen wäre. Humboldt hat folgende, uns hier interessirende Mittelzahlen gegeben:

	Meter.
Das Plateau der Auvergne . .	339
» » von Baiern . .	507
» » » Spanien . .	682
» » » Mysore . .	897— 998
» » » Caracas . .	936
» » » Persien . .	1169—1364. Beludschistan findet sich etwa in derselben Höhe.
» » » Papayan . .	1754
Unteres Plateau von Abyssinien .	1861 (Plateau des Sees Tzana.)
Südliches Afrika	1949
Plateau der Nilgherries . . .	2066
Oberes Plateau von Abyssinien .	2160 (Plateau von Arum.)
Plateau von Kelat	2534
Boden des Beckens von Kaschmir	1639—1797 nach verschied. Autoren.
Plateau der Kobi Wüste. Centrale Aushöhlung	780
Plateau der Kobi Wüste. Mittlere Höhe . . .	1286
Plateau der Kobi Wüste. Höchste Punkte . .	1657—1754
Plateau zwischen dem Himalaya und dem Kuenlün	3508—3898

Die verschiedenen Höhen des Amazonenstromes geben einen deutlichen Begriff von dem östlichen Plateau Südamerika's, das gerade nicht sehr erhaben ist.

	Meter.
Amazonenstrom beim Austritte aus den Anden in Schamaya	438
» bei Tomepeuda	403
Plateau von Cincinnati	156—162
» » Mexico	2277
» » Peru (Höhe der Stadt Quito)	2908
» » Titiaca (Stadt Puno)	3912.

Ein flüchtiger Ueberblick dieser Zahlen lehrt schon, daß die Centraltheile der Continente meist sehr erhaben sind, und daß in dieser Beziehung Asien und Amerika einander so ziemlich die Wage halten. Die höchsten Plateaus von einiger Ausdehnung trifft man noch im Himalaya und den Anden; auch die von diesen hohen Bergketten mehr oder minder abhängigen Ebenen sind meist noch Hochebenen, und, da sie meist dem Aequator nahe liegen, herrliche Länder voll üppiger Vegetation mit schöner, meist gleichmäßiger Temperatur, in welche man sogar die Kranken der tiefer liegenden Gegenden zu schicken pflegt. So die Plateaus von Caracas und

Digitized by Google

Popayan, von Mexico und Quito in den Anden; die von Mysore, Käschmir und den Nilgherries an den verschiedenen Abhängen des Himalaya.

In Afrika fehlt es ebenfalls nicht an Hochgebirgsländern, deren Erhebung oft so bedeutend ist, daß trotz der südlichen Lage die klimatischen Verhältnisse nicht sehr von denjenigen unserer gemäßigten Klimate verschieden sind, wie denn dies von den abyssinischen Gegenden, namentlich von Axum, hinlänglich bekannt ist.

Wenig erhaben sind die weiten Länderstriche Nordamerika's und die Ebenen des östlichen Südamerika's, die vom Amazonenflusse und dem Orinoko durchzogen werden. Der Marañon hat von Schamaya an bis zum Meere auf eine Länge von 580 Stunden nur einen Fall von 438 Metern, was eben nicht viel sagen will.

§. 90. Um richtige Ansichten von der Configuration eines Landes zu haben, genügt es aber nicht nur nicht, seine allgemeine Erhebung zu kennen, man muß auch wissen, wie hoch die Berge sind, welche in demselben hervorragen.

In der Nähe von Paris erreicht keine Höhe nur 200 Meter: die höchsten Punkte sind:

		Meter.
Höhen südlich von Meudon		173
Wald von Montmorency		182
Bedeutendste Höhe zwischen Paris und dem Meere		
Wald von Avaloing bei Alençon		418
Im Inneren Frankreichs	Puy de Jancy in d. Kette des Mont d'Or	1887
	Dôme de Cantal	1858
	Der Mezen	1766
	Puy de Dôme	1467
Belchen von Gebeweiler (Ballon de Guebwiler)	Vogesen	1426
Elsasser Belchen (Ballon d'Alsace)	Vogesen	1257
Feldberg	Schwarzwald	1493
Blauen	Schwarzwald	1165
Schneekoppe im Riesengebirge		1608
Fichtelberg im Erzgebirge		1212
Brocken im Harz		1140
Snowdon in Wales		1089
Ben Nevis in Schottland		1352
Gurrane tual in Irland		1067
Sneehättan in Norwegen		2500
Hecla	Island	1462
Eyafiella Jekul	Island	1732
Beerenberg	Island	2094
Vesuv		1184

Digitized by Google

	Meter.
Aetna	3314
Monte rotondo (Corsica)	2672
Monte Velino in den Apenninen	2393
Athos in Griechenland	2066

In den Pyrenäen finden sich eine Menge hoher Gipfel, die alle etwa 3000 Meter erreichen; lange Zeit hielt man den Canigou an der spanischen Gränze für den höchsten, da er ganz isolirt steht und somit von allen Seiten her einen weit bedeutenderen Effekt macht, als die anderen höhern Gipfel, die gleichsam nur spitzenartig über die hohe allgemeine Mauer hervorragen.

Pic de Nethou, an welchem der berühmte Gletscher der Maladetta sich findet	3404	Meter.
Mont Perdu	3351	»
Vignemale	3298	»
Canigou	2785	»

Die Provence hat einige, ihrer Aussichten wegen sehr berühmte Berggipfel, welche indeß nichts weniger als sehr hoch sind und ebenfalls nur ihrer Isolirung wegen so erhaben scheinen.

Mont Ventoux	1960	Meter.
Mont Leberon	1124	»
Montagne de Ste. Victoire	940	»

Die südlichen Alpen zeigen weit bedeutendere Erhebungen; namentlich findet sich zwischen dem Departement der Isère und demjenigen der Hochalpen eine mehr isolirte Gruppe bedeutender Gipfel, welche nahe an 4000 Meter erreichen.

Der Obious	2912	Meter.
Mont Viso	3846	»
Grand Pelvoux	3934	»
Pointe d'Arcines	4105	»
Aiguille du midi	3986	»
Le Sure	1924	»
Dent de Granier	1938	»

Der Jura bleibt, gegen diese Höhen gehalten, nur eine niedrige Bergkette; seine Gipfel bleiben meist in einer Erhebung von 1400 bis 1600 Metern; die höchsten sind folgende:

Crête de la neige	1723	Meter.
Reculet	1720	»
Dôle	1683	»

Die höchsten Gipfel Europa's kommen in den Alpen vor, wir haben dort:

Digitized by Google

	Meter.	
Montblanc . .	4811	in seiner Nähe eine Menge von Gipfeln über 3000 Meter, wie z. B. der Buet 3109.
Monte Rosa .	4737	
Finsteraarhorn .	4362	
Jungfrau . .	4180	
Orteles . . .	3918	
Großglockner . .	3790	

Noch höher schwingt sich der Kaukasus hinan, und wenn man diesen, wie manche Geographen thun, zu Europa rechnen wollte, so wären dort die höchsten Gipfel Europa's zu suchen.

Elbruz	Oestlicher Gipfel .	5613 Meter.
	Westlicher Gipfel .	5637 »
Kasbek		5038 »
Ararat		5220 »

Weit weniger hoch ist der Ural nebst den Gebirgen, die gegen Norden hin seine Fortsetzung bilden, wozu man selbst, trotz der einigermaßen verschiedenen Richtung, die Insel Novaja Zembla rechnet. In diesen Ketten zeigen sich von Süd nach Nord folgende Höhen:

Iremel	1546 Meter.
Großer Taganai .	1097 »
Obdorskberge . .	1520 »
Novaja Zembla .	1062 »

Ueberhaupt kommen auf dem ganzen europäischen Continente zwischen dem Harz und dem Ural keine höheren Berge vor als der Thurmberg bei Danzig von 333 und das Plateau der Waldai-Kette im Inneren Rußlands von 214—257 Metern Höhe.

§. 91. Anders verhält es sich in Asien, wie die nachfolgenden Zahlen aus Centralasien und Kamtschatka beweisen.

Bielokha	Altai	. . . . .	3352 Meter.
Tigraski		. . . . .	2274 »
Vulkan von Kliantscheskoi	Kamtschatka	.	4804 »
» » Schiveloutsch		.	3214 »
Taktalu dagh			2241 »
Porus			3000 »
Vulkan des Argaens			3992 »
Hassan dagh			2436 »

Die höchsten Gipfel der Erde endlich finden sich in dem Himalaya, und da die beiden ersten der anzugebenden Höhen mittelst trigonometrischer Messungen bestimmt sind, so kann man zu denselben Vertrauen haben.

Digitized by Google

Dschamalari	7917	Meter.
Dschavahir	7847	»
Dhawalagiri	8556	»
Höchste Spitzen der Gates auf der Küste von Malabar	1728	»
» » » Nilgherries	2565	»

Einige japanische Vulkane steigen bis zu 3700 Meter an; der Mauna Roa auf den Sandwichinseln bis zu 4141, und der Piton de neige auf der Insel Bourbon zu 3707 Meter.

Vom Inneren Afrika's kennt man nur wenig, und namentlich die höheren Berge nach dem Aequator zu sind durchaus unbekannt. Nur seit der französischen Occupation Algiers hat man den Nordrand dieses Landes einigermaßen genauer kennen gelernt; den Atlas mit seinen terassenförmigen Abhängen hat man seit dieser Zeit genauer studiren können. Das Innere Algeriens, die Ebenen unmittelbar längs des Strandes ausgenommen, ist im Allgemeinen ein hohes Gebirgsland, die höchsten Plateaus sind diejenigen, wo sich die bekannten Salzseen finden, und diese Höhe wechselt etwa zwischen 800 — 1100 Metern. Setif, das mitten auf diesen Plateaus liegt, zeigt etwa die letztere Erhebungszahl. Die übrigen bedeutenderen Städte liegen meist unterhalb dieser Plateaus auf der zweiten Terasse des Atlas, einige aber um deshalb höher als man erwarten sollte, weil sie auf mehr oder minder isolirten Felsen angebracht sind, wo die Vertheidigung leichter ist. So findet sich Constantine in 664 Meter Höhe, Medea bei 920, Tlemcen bei 500, Blidah bei 263 M. absoluter Höhe

Die bedeutendsten Berge Algeriens und Marocco's finden sich in der Atlaskette. Der höchste ist der Berg Miltz in Marocco, der manchmal das ganze Jahr hindurch Schnee zeigt und sich bis zu 3475 Meter absoluter Höhe hinanschwingt. Merkwürdiger Weise liegt dieser Berg nebst dem Pik von Musaïa, der 1597 Meter Höhe erreicht, fast genau in einer geraden Linie, die man sich vom Pik von Teneriffa gegen den Aetna gezogen denkt. Andere hohe Punkte sind noch: der Derdschera in der Provinz Algier, 2100 Meter hoch, der Schueriun in der Provinz Constantine, 1727 Meter hoch, und endlich der Mkhila, 1440 M. hoch, in der Nähe von Tunis.

Lange Zeit hindurch hielt man die Cordilleren Amerika's, namentlich den Chimborasso, für die höchsten Gipfel der Welt; in der That sind auch die Höhen derselben nicht gering, und da sie meist trigonometrisch gemessen sind, so verdienen die Angaben vieles Vertrauen.

Nevada de Sorada	7696	Meter.
» » Illimani	7576	»
Gualtieri	6705	»

Digitized by Google

Vulcan von Ocucagna	.	7071 Meter.
Chimborasso		6530 »
Vulkan von Cotopaxi . .		5753 »

Alle diese Gipfel liegen in den Anden Peru's und Chili's; die Cordilleren Mexiko's steigen im Popocatepetl bis zu 5400 Metern Höhe an, und es ist merkwürdig, daß alle diese hohen Gipfel sich erst von einem Plateau aus erheben, dessen Höhe im Verhältniß zum Gipfel etwa gleich ist. So steigt die Nevada de Sorada von dem Plateau des Sees von Titiaca, der Chimborasso von dem Plateau von Quito, der Popocatepetl von demjenigen von Mexiko aus, und wie wir oben sahen, stehen diese Plateaus etwa in gleichem Höhenverhältniß zu den darüber hervorragenden Gipfeln.

Lange Zeit galt der Pik von Teneriffa, 3710 Fuß hoch, für den höchsten Berg, und zwar hauptsächlich deswegen, weil er sich mit seiner Basis unmittelbar aus dem Meere erhebt und deshalb den überraschendsten Eindruck macht. Der neuentdeckte Vulkan Erebus, in der Nähe des Südpols, der mitten im Eise von Kapitän Roß in Thätigkeit gefunden wurde, hat eine Höhe von 3779 Metern.

§. 92. Zur Charakteristik einer Bergkette gehört aber nicht nur die Kenntniß ihrer Spitzen und Thäler, sondern auch diejenige ihrer Pässe, d. h. der Uebergänge, welche man von einer Seite zur andern findet. Selten finden sich die Bergspitzen isolirt, und deshalb ist auch das alte System der Zeichnung der Landkarten, wonach die Ketten aussahen, wie Reihen von Maulwurfshügeln, deren einer an dem andern gelagert ist, ein durchaus verwerfliches. Die Bergketten bilden im Gegentheile gleichsam hohe Mauern, die bis zu einer gewissen Höhe, und zwar meist bis zur Hälfte ihrer absoluten Höhe eine continuirliche Masse bilden, über welche sich dann, gleich Zinnen, die einzelnen Spitzen erheben. Wären die Gipfel isolirt bis auf den Grund, wie man es in den alten Karten darstellte, und nicht vielmehr Zähnelungen, welche zwischen den Einschnitten der Pässe emporstehen, so würde man sich wahrlich die Mühe nicht genommen haben, über Höhen von 2000 und mehr Metern Kunststraßen zu führen, die Millionen kosteten. Sehr merkwürdig aber bleibt es, daß die Pässe einer jeden Kette sich in gewissen Höhengränzen halten und oft sogar eine überraschende Gleichförmigkeit in dieser Hinsicht darbieten.

Pässe.			
Port d'Oo . .	Pyrenäen	. .	3002 Meter.
» vieil d'Estoubé		. .	2561 »
» de Pinède		. .	2499 »

Digitized by Google

Pässe.	Meter.	
Col de Bonhomme	2446	Alle um den Montblanc herumgelegen.
» » Ferret . .	2329	
» » Balme .	2302	
» » Seigne .	2462	
» » Géant .	3426	Im Innern der Kette des Montblanc.
Col de St. Théodule	3410	Am Fuße des Matterhorns.

Große Alpenpässe.

Furka	2530 Meter.
Große St. Bernhard	2491 »
Kleine » »	2192 »
Mont Cenis . . .	2066 »
Col de Tenda . .	1795 »
Simplon	2005 »
St. Gotthard . .	2075 »
Splügen	1925 »
Brenner	1420 »

Der Kaukasus ist relativ zu seiner Höhe weit tiefer eingeschnitten, als die Alpen; so beträgt der Paß von Guda nur 2446 Meter.

Im Himalaya kommen Pässe von 5600 Meter Höhe vor; in den Anden halten sie sich etwas über 4000 Meter.

Alto de los Huessos .	Cordilleras	. .	4137 Meter.
Tolapalca		. .	4290 »
Gualillas		. .	4520 »
Paquani		. .	4641 »

D. Volumverhältnisse.

§. 93. Eine wesentliche Frage, die in Beziehung auf die feste Kruste des Erdkörpers noch aufgeworfen werden kann, ist die über das Volumen der Continente, die aus dem Wasser hervorragen. Die Oberfläche des Meeres bildet einen vollkommenen Bogen, der sich als Kugelfläche darstellt, die Continente und Inseln mit ihren unregelmäßigen Formen und Höhen ragen aus dieser Fläche hervor, und es thut oft Noth zu wissen, welche Größe und namentlich, welches Volumen diese festen Hervorragungen haben. Die Methode der Berechnung ist leicht; ihre Ausführung sehr schwierig und langweilig.

Fig. 11.

Digitized by Google

Gesetzt, in der beistehenden Figur bedeute *a a* die allgemeine Oberfläche des Meeres, *b b* zwei Continente, die über dieselbe hervorragen. Man theilt nun, um das Volumen dieser Continente zu kennen, dieselben durch lauter senkrechte Linien in ebenso viele Prismen, als man nöthig findet, um die verschiedenen Höhen der Continente auszudrücken und berechnet die Grundflächen dieser Prismen. Hat man diese bestimmt, so braucht man sie nur mit der mittleren Höhe der Prismen zu multipliciren, um das cubische Volumen eines jeden Prisma zu erhalten und daraus dann durch Addition der einzelnen Prismen das Volumen eines jeden Continents zu erhalten. Alex. von Humboldt hat sich mit vieler Ausdauer diesen mühevollen Berechnungen unterzogen, die besonders darum so schwierig sind, weil namentlich die Höhenangaben für viele Gegenden noch äußerst mangelhaft sind.

§. 94. Die erste Bedingung zur Vervollständigung der Rechnung ist die Kenntniß des Flächeninhaltes der Continente und der verschiedenen Zonen, welche sich in denselben, namentlich je nach der wechselnden Höhe der einzelnen Parthien, unterscheiden lassen. Alex. von Humboldt hat auch diese einzelnen Daten mit vielem Fleiß gesammelt und mit großer Gründlichkeit und großen Scharfsinn berechnet. In seinen Zahlen nimmt er die Seestunde als Basis an; Beaumont hat dieselben auf Quadrat-Kilometer reducirt, da dieses Maß ein jetzt durchaus angenommenes ist. Um indessen die hier gegebenen Zahlen leicht in alle möglichen Maße umsetzen zu können, folgt hier das Verhältniß der Quadrat-Seestunde zu den übrigen in's Quadrat erhobenen geographischen Maßen.

Eine Quadratseestunde ist = 1,5625 Quadratst. (lieues de France).
(lieue marine carrée) = 0,5625 Geographisch. Quadratmeilen.
= 9,0000 Quadratseemeilen.
= 11,9716 Englischen Quadratmeilen.
= 30,8642 Quadratkilometer.

§. 95. Wenn man, mit d'Aubuisson, die Abplattung der Pole zu $\frac{1}{305}$ annimmt, so beträgt die Oberfläche der ganzen Erde 509885700 Quadratkilometer.

Alex. von Humboldt hat die Abplattung zu $\frac{1}{302{,}78}$ angenommen und erhält deshalb auch eine etwas geringere Zahl von 508175069 Quadratkilometer.

Es wurde schon früher angeführt, daß das feste Land etwa 0,276 der ganzen Oberfläche der Erde, d. h. etwas mehr als ein Viertel derselben einnimmt, während das Meer die übrigen drei Viertel oder genauer 0,724 der Oberfläche bedeckt; berechnet man diese Zahlen nach der d'Aubuis-

Digitized by Google

son'schen Annahme der Abplattung, so erhält man für den Flächeninhalt des festen Landes und des Meeres folgende Zahlen:

Festland	= 135629400	Quadratkilometer.
Meere	= 374256300	» »
Ganze Oberfläche	= 509885700	» »

§. 96. Für die einzelnen Continente ergeben sich nun folgende Flächenräume:

Europa	9382718	Quadratkilometer.
Asien	41543216	» »
Beide Continente zusammen	50925934	» »
Afrika	29567910	» »
Nordamerika	18734570	» »
Südamerika	17623450	» »
Die alte Welt, Europa, Asien und Afrika zusammen	80493844	» »
Amerika	36358020	» »

Die alte Welt ist demnach etwa doppelt so groß als Amerika und der Flächeninhalt der Continente auf der östlichen Halbkugel bedeutend größer im Verhältniß zu den Meeren. Die Grenze Europa's ist an dem Ural genommen, beide Erdtheile aber, Europa und Asien, bilden unter dem physikalischen Gesichtspunkt nur einen großen Continent, Afrika einen zweiten, Nordamerika einen dritten und Südamerika einen vierten; denn der Zusammenhang zwischen beiden letzteren, deren Flächeninhalt etwa gleich ist, scheint nicht größer durch die Landenge von Panama, als der von Asien und Afrika durch diejenige von Suez. Balbi in seiner Geographie giebt Zahlen, die einigermaßen von denen Humboldt's abweichen, wahrscheinlich rechnet er die Binnenmeere und Buchten als Festland, während Humboldt diesen Größen Rechnung trägt. Balbi's Zahlen sind deshalb etwas größer als die Humboldt'schen; er giebt an:

Europa	9578180	Quadratkilometer.
Asien	41522633	» »
Der ganze Continent	51100813	» »
Amerika	37880650	» »

§. 97. Nach den Humboldt'schen Berechnungen, die in mehren seiner Werke sich zerstreut finden, ergeben sich nun folgende Zahlen für den Flächeninhalt der einzelnen Parthien der Continente.

Frankreich mit Corsica	527686	Quadratkilometer.
Die pyrenäische Halbinsel, Spanien und Portugal	564815	» »
Deutschland	658924	» »
Die Ebenen der Ostsee, Sarmatiens und		

Digitized by Google

Rußlands, oder das ganze nördliche Flachland bis zum Ural	4876543	Quadratkilometer.	
Das Becken der Seine oberhalb Paris mit allen seinen Zuflüssen	43270	»	»
Die Alpen, vom Meere an bis nach Oestreich	83333	»	»
Die Pyrenäen	23604	»	»
England (ohne Schottland und Irland) .	140000	»	»
Böhmen	45000	»	»
Die Schweiz	33900	»	»
Die sibirischen Ebenen	12345674	»	»
Die Wüste Kobi	1296204	»	»
Der Perus mit dem Ararat und dem ganzen Plateau des Hindukusch . . .	256172	»	»
Der Kaukasus	83333	»	»
Der Altai im Westen des See's Telesk .	135803	»	»
Der Ural	104803	»	»
Das persische Plateau	833333	»	»
Das chinesische Bergland	1679014	»	»
Centralasien, die große Bucharei ꝛc. . .	7407407	»	»
Die Kette der Anden südlich von der Landenge von Panama	1820988	»	»
Die südamerikanischen Ebenen im Osten der Anden	13104900	»	»
Das Flußgebiet des Amazonenstromes .	8037030	»	»
Die Pampas, das Gebiet des La Plata und Patagonien	4172840	»	»
Das Flußgebiet des Orinoko	895062	»	»
Das Küstenland westlich von den Anden, Peru und Chili	987715	»	»
Die gesammten Ebenen Südamerika's, an beiden Abhängen der Anden . . .	14092646	»	»
Die gebirgigen Gegenden Brasiliens, Venezuela ꝛc.	2839506	»	»
Das gesammte Gebirgsland Südamerika's	3530803	»	»
Die englischen Besitzungen in Nordamerika, Canada, Labrador, Neusüdwales . .	6327161	»	»
Die nordamerikanischen Freistaaten und			

Digitized by Google

zwar das Gebiet zwischen den Alleghanis und dem Missisippi	1561728	Quadratkilometer.
Das Gebiet zwischen dem Missisippi und den felsigen Bergen, Rocky mountains	2237657	» »
Das Flußgebiet des Missisippi, zwischen Alleghanis und Rocky mountains . .	3799883	» »
Guatimala und Mexico	2870370	» »
Die Gebirge von Guatimala und Mexico	1296204	» »
Die Rocky mountains	185278	» »
Die nördliche Fortsetzung der Anden Südamerika's, Cordilleren von Mexico und Rocky mountains zusammen genommen	1481481	» »

§. 98. Die Methode der Vertheilung eines Continentes in eine gewisse Anzahl prismatischer Stücke, deren Basis und mittlere Höhe man kennt, und die daraus gewonnene Schätzung des Volumens eines solchen Continentes kann nur dann genau werden, wenn man neben den speciellsten Höhenangaben von ungemein viel Punkten das genaue Maß des Flächeninhaltes besitzt.

Eine solche Arbeit wäre möglich für Länder, von denen man höchst genaue, in's Einzelnste gehende Karten und ebenso vervielfältigte genaue Höhenangaben hätte, wie z. B. für diejenigen Theile von Frankreich, über welche die neueste Generalkarte sich erstreckt. Die Punkte, deren Höhe über dem Meere bestimmt ist, sind ungemein zahlreich, und indem man sie durch Linien und Dreiecke verbindet, erhält man eine Menge von dreiseitigen Prismen, deren Grundfläche vom Meere gebildet wird und deren mittlere Höhe aus der Vergleichung der Höhe der drei bekannten Punkte der Oberfläche hervorgehen würde. Der Fehler, der auf diese Weise in der Abschätzung der mittleren Höhe der einzelnen Prismen gemacht würde, muß um so kleiner werden, je näher die Punkte des Dreiecks bei einander liegen, und je weniger die Höhen dieser Punkte selbst von einander abweichen, indem dann zugleich die Garantie gegeben ist, daß das in dem Dreiecke umschriebene Land ebenfalls eine ziemlich gleichförmige entsprechende Höhe hat.

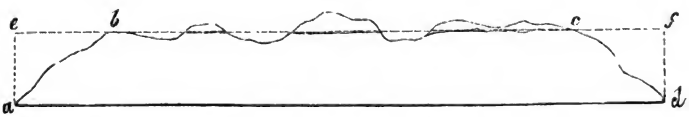
§. 99. Im Allgemeinen ist bei Berechnungen dieser Art zu bedenken, daß die vorragenden Parthien des festen Landes, namentlich die Hochplateaus, abgestutzten Pyramiden gleichen, deren Basis ungemein groß im Verhältniß zu ihrer Höhe ist. Die Seiten dieser Pyramiden fallen mehr oder minder steil gegen die tiefer liegenden Gegenden ab. Bei einer genau in das Einzelne gehenden Berechnung müßte dieser allmählichen Abdachung Rechnung getragen werden; allein es läßt sich leicht nachweisen, daß der

Digitized by Google

Fehler nicht groß ist, wenn man, statt einer abgestutzten Pyramide von sehr geringer Höhe, das Plateau wie ein Parallelepipedum ansieht, dessen Seitenwände senkrecht sind, und demnach einfach, um das Volumen des Hochplateaus zu finden, seine Grundfläche mit der mittleren Höhe multiplicirt. Je geringer die Höhe der Pyramide ist, desto mehr nähert sich ihr Volumen demjenigen des einfachen rechtwinklichen Parallelepipedes. Die den Mathematikern bekannte Formel, wonach man den Inhalt einer solchen Pyramide berechnet, ergiebt dies schon; man kann es ebenso leicht durch eine Figur beweisen.

Gesetzt, $a\ b\ c\ d$ sei eine solche abgestutzte Pyramide, so ergiebt schon der Augenschein, daß die Zufügung der Winkel $a\ e\ b$ und $c\ f\ d$ keinen großen Unterschied für das Volumen macht; zumal da in dem gegebenen Falle auf den Plateaus und den vorragenden Theilen der Erdoberfläche stets sich Aushöhlungen, Flußbetten und Becken finden, denen man bei Bestimmung der mittleren Höhe nicht Rechnung tragen konnte, und die deshalb für das zu Viel, was man durch die Ergänzung der Ecken der Pyramide erhält, eine Compensation bilden.

Fig. 12.

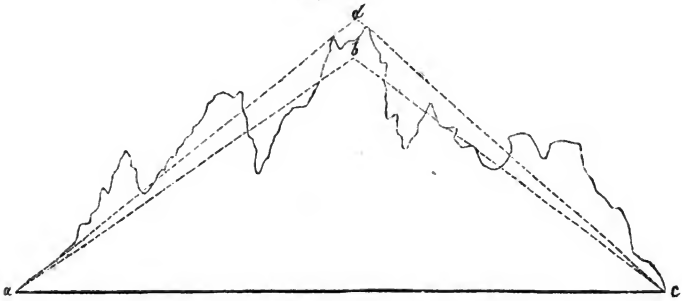


§. 100. Anders verhalten sich die eigentlichen Bergketten. Dieselben mathematisch auf eine abgestutzte Pyramide reduciren zu wollen, wäre gewiß unthunlich, indem sie viel eher einem liegenden dreiflächigen Prisma verglichen werden können. Bei einigen Bergketten kann diese Reduction mit ziemlicher Schärfe ausgeführt werden, weil sie mit ziemlich gleichmäßigen Abhängen ansteigen, in ihrer Mitte zu bedeutender Höhe sich erheben und auf der andern Seite ebenso regelmäßig wieder abfallen. Weit schwieriger aber wird diese Operation, wenn mehre Ketten hinter einander folgen, die durch tiefe Einschnitte, weite Thäler und bedeutende Risse von einander getrennt sind, wie dies in der That bei vielen Ketten der Fall ist. Hier tritt dann, selbst bei der größten Menge genauer Höhen- und Flächenangaben, stets ein willkürliches Element mit in die Berechnung herein, und es hängt mehr oder weniger von der geistigen Anschauung, oft auch von der persönlichen Bekanntschaft des Berechners mit der Bergkette ab, wie hoch er die durch solche Thäler und Sättel gegebenen leeren Räume anschlagen und unter welchem Winkel er die Seiten seines Prisma's neigen will, die in einem gegebenen Mittelpunkte zusammenstoßen. Es ist klar, daß bei der Bergkette, deren Durchschnitt wir hier beizeichnen,

Digitized by Google

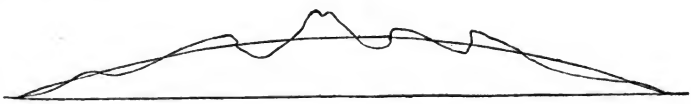
der eine Beobachter das Dreieck *a b c*, der andere das Dreieck *a d c* als Durchschnitt des Prisma's annehmen kann, welches den Cubikinhalt der Bergkette darstellen soll, je nachdem die Thäler und Vertiefungen dem Einen bedeutender im Verhältniß zu den Höhen scheinen als dem Andern.

Fig. 13.



Bei Bergketten, deren größte Erhebung etwa in der Mitte ihres §. 101.
Durchschnittes liegt, kann auch die Reduction auf einen von krummen Flächen begrenzten Körper mit Vortheil angewandt werden. Die Länge der Ketten ist meist weit bedeutender als ihre Breite, und diese wieder unendlich viel größer als ihre Höhe. Berechnet man nun den Flächeninhalt ihrer Basis aus Länge und Breite und begreift man dann die mittleren Höhen der verschiedenen Punkte der Kette in einer ellipsoidischen Curve, deren Biegung und größte Höhe man leicht bestimmen kann; so wird man ziemlich annähernde Resultate für die Berechnung des Volumens erhalten. Diese Curve erhebt sich dann etwa in gleicher Weise, wie die Kette von der Grundfläche, die durch das Meer gebildet wird, erreicht ihre größte Höhe an einem gegebenen Punkte und senkt sich dann auf der andern Seite wieder gegen das Meer hinab. Freilich hängt auch hier wieder die Bestimmung und Schätzung des Verhältnisses zwischen Thälern und Höhen von dem Berechner ab; vielleicht aber wird man nicht so weit von der Wahrheit abweichen, wenn man für die größte Höhe des Scheitels der Curve die mittlere Höhe der Pässe annähme, welche sich in der Hauptkette finden, und nun, je nach den physischen Verhältnissen des Gebirgszuges, nach beiden Seiten hin die Curve abwärts führte.

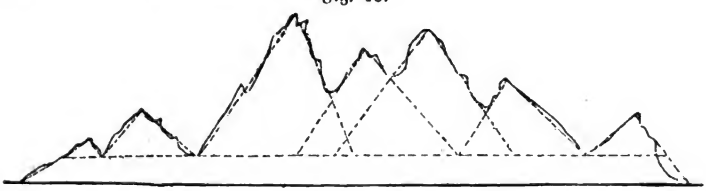
Fig. 14.



Digitized by Google

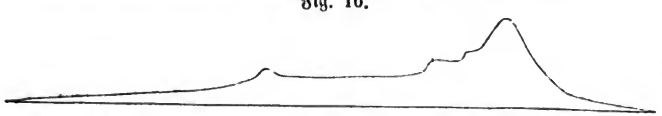
§. 102. Bei anderen Bergketten endlich müßte noch ein weit complicirteres Verfahren eingehalten werden, indem zuweilen die höheren Gipfel gar nicht in der Mitte, sondern auf der Seite liegen, und die Einschnitte und Thäler so tief sind, daß ganze Stücke gleichsam als isolirte Haufen fester Masse dastehen. In solchen Fällen bliebe dann nur übrig, die ganze Kette in eine gewisse Anzahl von Pyramiden zu zerlegen, deren Grundflächen sich berühren und aus diesen einzelnen Pyramiden dann den Gesammtinhalt der Kette zu berechnen.

Fig. 15.



§. 103. Es geht aus allem Gesagten hervor, daß die Bestimmung des Volumens der Gebirgskette, wie man dieselbe auch angreifen möge, stets vielen Schwierigkeiten unterworfen sein wird, die sich eben besonders aus der Unregelmäßigkeit ihres Reliefs ergeben. Um diese Ungewißheit so wenig sichtbar als möglich zu machen, hat Alex. von Humboldt bei Bestimmung des Volums der Continente eine andere Methode befolgt, welche für die genauer bekannten Theile der Continente ebenso große Schärfe und Sicherheit darbietet, als die hier erwähnten, und bei den weniger bekannten Regionen der Länder den Vortheil gewährt, daß sie weniger Veranlassung zu bedeutenden Fehlern giebt. Humboldt geht dabei von der Thatsache aus, daß die Bergketten eigentlich nur einen kleinen Theil der Continente bilden, deren Hauptfläche von Ebenen eingenommen ist, bei welchen die Bestimmung der mittleren Höhe und der Grundfläche, mithin aller zu Berechnung des Volums nöthigen Elemente, bei weitem leichter und zuverlässiger ist als diejenige der Bergketten. Der Durchschnitt eines Continentes würde in der That etwa folgende Figur darbieten.

Fig. 16.



Mehre Abstufungen von ebenen Gegenden, über welche sich eine oder mehre Bergketten erheben — dies ist das Bild der meisten Continente. Nun berechnet Humboldt zuerst die einzelnen Abstufungen der weiten ebenen Flächen und aus diesen die mittlere Höhe des gesammten Conti-

Digitized by Google

nentes mit Ausschluß der Bergketten, und dann berechnet er, so gut es gehen mag, das Volum der Erhöhungen, welche diese allgemeine Basis überragen. Denkt man sich nun, daß diese Erhöhungen abgetragen, pulverisirt und gleichförmig über den schon nivellirten Continent ausgebreitet würden, so erhält man als Resultat die genaue mittlere Höhe des Continentes und damit auch seinen Cubikinhalt. Ein Beispiel wird diese Art der Berechnung erläutern. Frankreich hat eine mittlere Höhe von 156 Metern, mit Ausschluß der Pyrenäen. Wenn alle kleineren Höhen im Inneren Frankreichs abgetragen, die Vertiefungen damit ausgefüllt, die Meeresufer senkrecht erhöhet würden, so erhielte man zuletzt eine Scheibe von der jetzigen Größe Frankreichs, die 156 Meter über dem Meere erhaben wäre und überall mit senkrechten Wänden in dasselbe abfiele. Würden aber die Pyrenäen abgetragen, gepulvert und über diese ganze Fläche gleichmäßig vertheilt, so würde der Boden noch um 35 Meter mehr erhöhet werden, und demnach die mittlere Höhe Frankreichs mit Einschluß der Pyrenäen 191 Meter betragen, während die große Masse Frankreichs ohne dieselbe nur eine Erhebung von 156 Metern bietet.

§. 104. Humboldt hat dieselbe Art der Berechnung für die meisten Continente und ihre Bergketten ausgeführt, und gelangt endlich zu dem allgemeinen Resultate, daß die mittlere Höhe sämmtlicher Continente etwa 308 Meter betrage, daß mithin eine Scheibe von dieser Höhe und von dem Flächeninhalte sämmtlicher Continente ein Volumen darbieten würde, welches demjenigen des gesammten Festlandes gleichkommen würde. Das Innere Afrika's ist freilich so wenig bekannt, daß die darauf bezüglichen Rechnungen nur sehr schwankende Resultate darbieten können; allein da Humboldt für die übrigen Continente zu fast völlig gleichen Ergebnissen gekommen ist, so glaubt er mit Recht annehmen zu dürfen, daß auch Afrika an dieser Mittelzahl wenig ändern würde. Im Ganzen ist diese, auf langwierige Rechnungen und unendlich viele Einzelresultate gestützte Mittelzahl weit kleiner als man erwarten sollte und als man anzunehmen gewöhnt war. Laplace hatte seiner Zeit, ohne eine genauere Berechnung zu geben, die mittlere Höhe der Continente über dem Meere auf 1000 Meter geschätzt; man sieht, wie weit er von der Wahrheit entfernt war. Ein solcher Irrthum ist indeß durchaus verzeihlich und in der Natur der Sache begründet; wir sind gewohnt, die Höhen bedeutend zu überschätzen und die horizontalen Ausdehnungen der Ebenen, welche doch die größte Flächenausbreitung darbieten, so niedrig als möglich anzuschlagen, so daß in unserem Geiste die Bergketten stets weit größer und ausgedehnter erscheinen als sie in der That sind.

§. 105. Das Festland bildet indeß, wie schon oben angegeben wurde, nur einen kleinen Theil der Oberfläche der Erde, während die Meere mehr als drei

Digitized by Google

Viertel einnehmen. Man berechnet im Allgemeinen den Halbmesser der Erde indem man die Meeresfläche als Erdoberfläche annimmt und die Erhebung des Festlandes über denselben ganz außer Acht läßt. Nimmt man aber an, daß alles Festland und Meer zusammen nivellirt und auf eine gleichförmige Oberfläche reducirt wäre, oder, mit anderen Worten, daß das überstehende Festland geschleift und in das Meer geworfen würde, so lange bis dieses letztere in seinem Niveau erhöhet wäre bis zu demjenigen des Festlandes, so würde dadurch ein gleichförmiges Niveau hervorgebracht, welches um 77 Meter höher als das jetzige Meeresniveau wäre. Ein Zuschuß von 77 Metern aber zu der ganzen Länge des Erdhalbmessers ist eine durchaus verschwindende Größe.

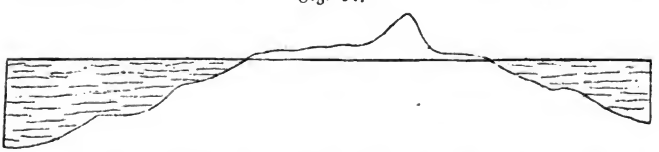
§. 106. Wir sehen daraus, wie klein das Gebiet ist, über welches die Geologie sich ausdehnen kann. Kaum ein Viertel der Erdoberfläche liegt ihr offen und auch hier nur kann sie eine Masse erforschen, die im Mittel etwa 308 Meter Dicke hat. Freilich ist dies nur wenig, wenn es sich um die Erforschung der Verhältnisse des gesammten Erdkörpers handelt, von welchem das Innere und drei Viertheile der Oberfläche uns ewig verschlossen bleiben werden. Allein trotz dieser Beschränkung von materieller Seite gelingt es der Geologie, sich weiter auszudehnen und ihr geistiges Gebiet zu vergrößern; sie dringt in die Tiefen des Meeres und, von den gewonnenen Thatsachen ausgehend und auf diese fußend, giebt sie sichere Aufklärung selbst in Fragen, deren Lösung sie unmittelbar nicht erreichen kann. Der Boden des Brunnens von Grenelle liegt tief unter der Meeresfläche; allein nichts desto weniger wußte die Geologie voraus, daß er gelingen müßte, und gab zum Voraus mit vollkommener Sicherheit an, was man bei seiner Bohrung finden würde.

§. 107. Nicht minder wichtig als die Frage nach dem Volumen der Continente ist diejenige über das Volumen des Meeres. Bekanntlich hat man in neuester Zeit an mehren Stellen, der Südsee namentlich, Sondagen angestellt, welche bis 10,000 Meter Tiefe gingen; wir können mit Sicherheit annehmen, daß bedeutende unterseeische Strecken sich finden, welche mehr als 6000 Meter Tiefe besitzen, und man wird wohl nicht weit von der Wahrheit abgehen, wenn man diese Zahl als die mittlere Tiefe des Meeres annimmt. Ein flüchtiger Ueberblick lehrt hier schon, daß bei so ungeheuren Verschiedenheiten zwischen der Oberfläche einerseits und der Tiefe des Meeres und der Höhe der Continente andrerseits, die Masse der letzteren gegen diejenige der Meere durchaus verschwinden müsse; zumal da diese Tiefe von 6000 Meter als die allgemeine und 10,000 Meter gar nicht als die absolut größte Zahl angenommen werden darf. Freilich erreichen manche Berge des Festlandes auch eine Höhe, welche dieser Tiefe des Meeres fast gleichkommt; allein dies sind nur einzelne, isolirte Punkte,

Digitized by Google

die gegen die allgemeine große Tiefe der Meere kaum in Betracht kommen. Man würde deshalb sehr irren, wenn man annehmen wollte, wie zuweilen geschehen ist, daß das Profil des Meeresbeckens demjenigen des Festlandes, wenn es umgekehrt würde, etwa gleichkäme. Eine solche Annahme ginge ebenso weit an der Wahrheit vorbei, wie irgend eine andere, durchaus ohne Grund aufgestellte Behauptung. Wollte man vielmehr ein Profil entwerfen, welches zum Beispiel einen Durchschnitt durch einen, auf beiden Seiten vom Meere umflossenen Continent hätte, so würden sich die mittleren Berge etwa wie ein spitzer, schmaler Zuckerhut ausnehmen, von welchem aus sanfte wenig geneigte Linien allmählich sich senkend ausgehen und endlich unter demselben verschwinden. Die Continente würden etwa wie große platte Scheiben, wie Durchschnitte von Schilden erscheinen, auf deren Mitte eine spitze Erhöhung sich findet und deren Ränder ziemlich schnell unter die Oberfläche des Meeres einfallen, um dort sich in bedeutender Tiefe etwa gleichförmig hinzuziehen.

Fig. 17.



Eine solche Form der Continente wird noch stets befördert durch die §. 108.
zerstörenden Einflüsse der Atmosphäre, so wie namentlich durch die erosive Einwirkung des Wassers. Die Gewässer, welche von den höheren Punkten der Continente nach dem Meere hinströmen, lösen immer eine ungemeine Quantität fester Bestandtheile auf, schwemmen viele Substanzen mit sich herab, um sie auf ebenem Boden bei langsamerem Laufe wieder abzusetzen, und der Enderfolg dieser steten zerstörenden Thätigkeit der Gewässer ist eine stets zunehmende Nivellirung des Bodens und Ausgleichung seiner vorragenden Theile.

Die Dicke der Continente ist so unbedeutend, und das Relief, welches §. 109.
die Berge bieten, im Verhältniß zu dem Erdhalbmesser so gering, daß es unmöglich wäre, dieselbe auch bei einem großen künstlichen Globus fühlbar zu machen. Bei einer Kugel von 30 Centimeter (1 Fuß) Halbmesser würde die ganze Dicke der Lage, in welcher das Relief der Continente ausgebreitet werden müßte, nicht mehr betragen als die Dicke einer gewöhnlichen Firnißlage, mithin würde das Relief gar nicht darstellbar sein. Um dies geringe Volumen der Continente noch fühlbarer zu machen, braucht man nur zu bemerken, daß ein aus der Erdkugel geschnittenes Stück, das an der Oberfläche nur 450 Meter breit wäre und dessen Spitze

Digitized by Google

sich in dem Mittelpunkte der Erde befände, ein ebenso großes Volumen haben würde, als alle Continente zusammengenommen. Es würde ganz unmöglich sein, an einem Kürbis ein Stück herauszuschneiden, das so fein wäre, wie der hier berechnete Ausschnitt aus der Erdkugel.

§. 110. Um indeß auf die Meere zurückzukommen, so erscheint es schon leichter, das Volumen derselben zu berechnen, sobald man sich nur über die mittlere Tiefe derselben verständigt. Die Oberfläche des Meeres beträgt 3742563 Quadrat-Myriameter. Nehmen wir nun die mittlere Tiefe zu 5000 Metern oder einem halben Myriameter an (Annahme, die eher zu klein als zu groß sein dürfte), so erhalten wir für das Volumen der sämmtlichen salzigen Gewässer die Summe von 1871281 Cubik-Myriameter. Die Erdkugel im Ganzen hat ein Volum von 1082634000 Cubik-Myriameter; die Meere betragen demnach $\frac{1}{578}$ von dieser Summe und das aus dem Wasser hervorstehende Festland nur $\frac{1}{3254}$.

§. 111. Solche Berechnungen könnten vielleicht für den speciellen Zweck, den wir zu verfolgen hier beabsichtigen, unnütz erscheinen; sie sind aber im Gegentheile oft von ungemeinem Vortheile, indem sie nicht nur eine klare Vorstellung der gegenseitigen Verhältnisse geben, sondern auch oft unmittelbar die Absurdität mancher aufgestellten Meinungen darthun. So hat man z. B. oft und vielfach behauptet, die festen Massen, welche die Erde zusammensetzen, seien früher in dem Wasser aufgelöst gewesen, und hätten sich nur allmählich daraus niedergeschlagen. Wenn dieses wahr wäre, so müßte ein Kilogramm Meerwasser 578 Kilogramm erdige Substanzen in Auflösung gehabt haben; ein Verhältniß, welches bei der geringen Auflöslichkeit der mineralischen Substanzen, aus denen der Erdkörper besteht, geradezu eine baare Unmöglichkeit ist. Eine Hypothese aber, die auf eine Unmöglichkeit basirt ist, kann nur Unsinn sein.

§. 112. Die Gewässer bilden etwa drei Viertel der Erdoberfläche und haben eine mittlere Tiefe von 5000 Metern. Würde man diese Wassermasse gleichmäßig vertheilen über die ganze Fläche der Erde, so erhielte man ein Meer von 3750 Meter Tiefe, denn die Continente würden nur hinreichen, 1250 Meter Tiefe auszufüllen. Alles organische Leben wäre durchaus unmöglich bei einer solchen gleichmäßigen Vertheilung des Gewässers und bei so ungeheurer Tiefe des überall die Erdkugel umgebenden Meeres. Es leben freilich viel Pflanzen und Thiere in der See, und wir finden deren fast in allen Breiten in dem Wasser schwimmend; allein wir dürfen dennoch nie vergessen, daß eigentlich doch nur die eigenthümliche Bildung der Continente, und die flachen, wenig tiefen Küstenstriche das organische Leben möglich machen. Auf dem Meeresgrunde von

Digitized by Google

mehr als 1000 Meter Tiefe leben keine Thiere, keine Pflanzen mehr, und die Existenz der wenigen Hochseethiere, welche über den Untiefen schwimmen, ist innig mit denjenigen verknüpft, welche an den flachen Küstenstrichen sich aufhalten. Ein ähnliches Verhältniß zeigt sich auf dem festen Lande. Das wahre, üppige, productive Leben findet sich nur in den Niederungen, in den flacheren Strichen; je höher man sich an den Bergen erhebt, desto ärmlicher wird die Vegetation, desto beschränkter das thierische Leben; auf den höchsten Schneegipfeln ist alles Leben verschwunden, und nur der Adler, der in den Lüften kreist, kann dort leben unter der Bedingung, daß er tiefer unten seine Nahrung findet. So zeigt sich denn die Entwicklung des organischen Lebens auf der Erde tief mit der Bildung der unorganischen Elemente verwebt und die eigenthümlichen Formen des Festlandes wie der Meeresbecken erscheinen nicht so bedeutungslos für das Leben der auf und in ihnen lebenden Schöpfungen, wie man von vorne herein glauben könnte.

§. 113. Der Erdkörper an sich besteht indeß nicht bloß aus festen und tropfbar flüssigen Theilen, aus Festland und Meer; er hat auch noch eine elastisch flüssige, luftförmige Hülle, die um so weniger außer Acht gelassen werden darf, als die in ihr vorgehenden Erscheinungen nicht ohne wichtigen Einfluß auf die anderen Elemente bleiben. Die Masse der Atmosphäre ist nur gering im Verhältniß zu dem ganzen Erdkörper, sie beträgt nur $\frac{1}{352}$ der gesammten Masse des Meeres, und dennoch, so gering auch dies Verhältniß scheinen mag, so ist es doch die Atmosphäre fast allein, von deren Bewegungen diejenigen der gesammten Wassermasse abhängen. In der That sind die Wellen und Strömungen hauptsächlich den in der Atmosphäre entstehenden Strömungen der Winde und Stürme zuzuschreiben und mit Ausnahme der Ebbe und Fluth, die von anderen Ursachen abhängen, ist die Atmosphäre der einzige Heerd aller Meeresbewegungen. Diese aber sind nicht ohne Einfluß auf die Constitution des festen Landes; der Wellenschlag des Meeres gehört mit zu den hauptsächlichen Zerstörungsursachen, welche beständig an der Existenz des festen Landes nagen und seine Spuren lassen sich in allen geologischen Epochen deutlich wahrnehmen und verfolgen. Auch dies Beispiel zeigt wieder auf's Neue, daß man nicht die Größe der Wirkung nach der Masse der ursächlichen Momente berechnen darf, sondern daß oft gewaltige Kräfte auch durch kleine, unbedeutende Massen erzeugt werden können. Freilich ist auf der andern Seite wieder zu bedenken, daß diese mittelbaren Wirkungen der Atmosphäre für uns zwar von sehr bedeutender Größe erscheinen müssen, da wir mit unserer Existenz sowohl als auch hinsichtlich der speciellen Wissenschaft der Geologie fast nur auf das feste Land angewiesen sind; während auf der

Digitized by Google

andern Seite in Bezug auf den ganzen Erdkörper diese Wirkungen nur höchst unbedeutend, ja fast verschwindend klein sind, weil sie eben nur sehr langsam und allmählich ausgeübt werden, und auch nur auf einen sehr kleinen Theil der Erde, nämlich auf die Küsten des Festlandes wirken. Auch dies Verhältniß darf nicht außer Acht gelassen werden; es ist nur zu natürlich, daß wir Erscheinungen, die uns näher betreffen, weit bedeutender anschlagen, als sie wirklich sind, und es ist deshalb nothwendig, stets bei solchen Gelegenheiten sich das Verhältniß, in welchem die uns zur Untersuchung vorliegenden Erscheinungen zu dem Gesammtkörper der Erde stehen, recht lebhaft vor Augen zu rücken.

10. Allgemeine Orographie.

§. 114. Im Allgemeinen unterscheidet man auf dem Festlande Ebenen und Berge. Diese beiden Bezeichnungen aber, so fest und bestimmt sie auch erscheinen mögen, sind doch im Ganzen nur sehr relativ, und was an dem einen Orte als Ebene erscheint und auch als solche angenommen wird, könnte anderwärts schon als Bergkette betrachtet werden. Ebene sollte eigentlich, dem Wortsinne nach, nur jede horizontale Fläche heißen; allein die Landes bei Bordeaux, die Marschländer Hollands und Frieslands ausgenommen, möchten nur sehr wenig solcher vollkommen horizontaler Flächen von einiger Ausdehnung in Europa sich finden lassen, und auch bei diesen muß man noch über die zahlreichen Kanäle und Rinnsale von Flüssen und Bächen hinwegsehen. In der Nähe von Bergen, die eine bedeutende Höhe erreichen, nimmt man es mit dem Wort Ebene schon weit weniger genau, und je höher die Bergkette ist, je schroffer ihr Absatz gegen das umliegende Land erscheint, desto größere Unregelmäßigkeiten kann auch die Umgebung zeigen, ohne daß man ihr deshalb den Charakter der Ebenen streitig macht.

Wenn man von einem Hochgipfel der Pyrenäen herab über das weite Land hinaus schaut, das sich im Norden dieser Gebirgskette ausbreitet, so glaubt man nur eine weite Ebene vor sich zu haben, und Geographen wie Touristen reden von der Ebene der Gascogne. Und dennoch ist diese Gascogne keine Ebene, sondern ein Hügelland, dessen Hügel von vielfachen Thälern durchschnitten sind, und dessen Erhebungen in Holland für hohe Berge gelten würden. Von dem Belvedere der Pyrenäen erscheint aber das ganze Land wie eine weite Fläche, da die Hügel in ihrer Höhe nicht sehr von einander verschieden sind, und die Thäler kaum erkenntlich als dunkle Linien zwischen denselben sich hinziehen. Noch auffallender ist dies Verhältniß in der Schweiz. Die Molasseberge, welche in dieser vorkommen, sind so hoch, als manche für hohe Berge geltende Bergketten anderer Länder; sie verschwinden aber gegen die gewaltigen Kolosse der Alpen, und im Verhältniß

Digitized by Google

t diesen erscheinen sie nicht bedeutender als kleine Hügel in flacheren Ge-
nden. Man spricht deshalb auch allgemein von der ebenen Schweiz, und
at ein Recht, sich so auszudrücken, da in der That diese Anhöhen, den Al-
en und dem Jura gegenüber, nicht für bedeutend gelten können.

Schon oben wurde erwähnt, daß wir von Natur aus dazu geneigt §. 115.
nd, die Berge viel höher anzuschlagen, als sie wirklich sind, ihre Größe
nd Wichtigkeit zu überschätzen und dagegen die Ausdehnung der Ebenen,
en Flächeninhalt des platten Landes herabzusetzen und zu verringern.
Geht man aber nun noch weiter und vergleicht man die Gebirge mit dem
Gesammtkörper der Erde, so erscheinen sie am Ende so verschwindend
lein, daß es kaum der Mühe werth scheint, dieselben näher in's Auge zu
assen. Zu diesem Endzwecke scheint es nicht überflüssig, die Höhe der
bedeutendsten Gipfel über dem Meere mit der Länge des Erdhalbmessers
zu vergleichen. Bekanntlich ist dieser größer an dem Aequator als an
den Polen, da die Erde in der Richtung ihrer Axe zusammengedrückt ist,
und zwar ist der Aequatorialhalbmesser um 20908 Meter größer, als der-
jenige der Pole. In den nachfolgenden Zeilen ist die Höhe einiger der
erhabensten Gipfel der Erde im Verhältniß zu der Länge des Erdhalbmes-
sers berechnet und ebenso, in der letzten Rubrik, das Verhältniß dieser
Höhe zu der Größe der Abplattung gegeben.

Name des Berges.	Absolute Höhe in Metern.	Bruchtheil des Erdhalbmessers, den die absolute Höhe darstellt.	Bruchtheil der Abplattung.
Dhawalagiri . .	8556	$\frac{1}{770}$	0,4080
Dschawahir . .	7821	$\frac{1}{813}$	0,37407
Nevado de Sorata	7696	$\frac{1}{871}$	0,36809
Montblanc . . .	4820	$\frac{1}{1321}$	0,23005

Es geht aus dieser Tabelle hervor, daß die größten Höhen der Erd-
gebirge noch nicht einmal so bedeutend sind, als die Dicke des Meniscus,
den man sich um den Aequator denken kann, und daß man demnach füg-
lich das ganze Relief der Continente aus diesem Meniscus bilden könnte,
ohne noch so tief gehen zu müssen, als die Abplattung der Pole geht.
Noch mehr aber ist zu bedenken, daß hier nur einzelne isolirte Punkte,
deren Höhe im Verhältniß zu den übrigen Theilen des Festlandes ganz
excentrisch ist, in Berücksichtigung genommen wurden; und daß die Zah-
len verschwindend klein würden, wenn man die gewöhnlichen Höhen der
meisten Bergketten in Betracht ziehen wollte.

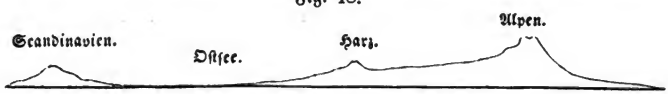
Digitized by Google

§. 116. Bemerkungen dieser Art sind indeß nicht neu und schon in früheren Zeiten gemacht worden. Dolomieu schon sagte, die Bergketten und Unebenheiten der Erde seien nicht einmal so bedeutend, als die Runzeln auf der Oberfläche einer Apfelsine oder wie die geringen Rauhigkeiten auf der Schaale eines Eies. Diese letztere Vergleichung ist ohne Zweifel die beste, weil sie das Verdienst hat, zugleich auf die innere Beschaffenheit hinzudeuten, da die Erdkugel, etwa wie ein Ei, ebenfalls aus einer dünnen harten Schale und einem flüssigen Kerne besteht. Doch aber ist die Vergleichung insofern nicht ganz treffend, als die Rauhigkeiten ziemlich gleichmäßig auf der ganzen Oberfläche des Eies vertheilt sind, während sie auf der Erde nur wenig zerstreute Punkte oder kleine Linien bilden würden. Man müßte demnach, um eine noch größere Aehnlichkeit zu haben, das Ei abschleifen und poliren und nur an einzelnen Stellen seine ursprüngliche Rauhigkeit belassen.

§. 117. Die Berge und Ebenen sind im Allgemeinen sehr unregelmäßig auf dem Festlande vertheilt, und diese Unregelmäßigkeit wird um so auffallender, je mehr man in das Einzelne eingeht. Bei der Betrachtung im Großen lassen sich oft noch Verhältnisse auffinden, welche auf allgemeinere Gesetze hindeuten.

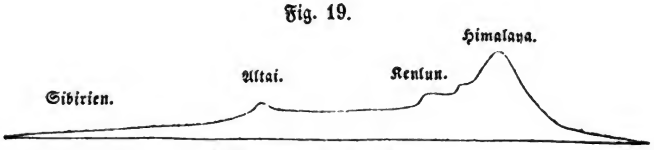
Selten trifft es sich, daß eine Bergkette nur einen Continent durchzieht, und daß nach beiden Seiten hin die Gehänge gegen das Meer hin abfallen. Am häufigsten dagegen ist der Fall, daß zwei Ketten längs der Ränder in mehr oder weniger langer Erstreckung hinlaufen, und daß zwischen diesen Ebenen und Hügelländer sich erstrecken. Meist ist dann noch die eine Kette bedeutend höher als die andere, und zuweilen kann dieses Uebergewicht so bedeutend werden, daß nur diese Hauptkette als vorwiegendes Element des Reliefs erscheint, und daß dann der Continent nur an diese angelehnt erscheint. Einige flüchtige Durchschnitte der Continente mögen diese Verhältnisse anschaulich machen.

Fig. 18.



Europa von Nord nach Süd.

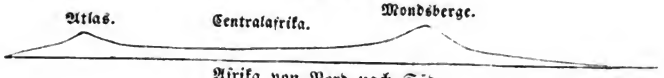
Fig. 19.



Asien von Nord nach Süd.

Digitized by Google

Fig. 20.

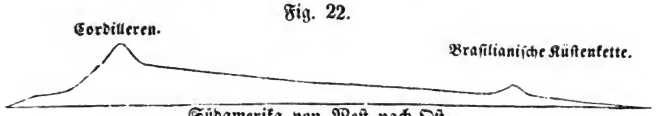


Afrika von Nord nach Süd.

Fig. 21.

Nordamerika von West nach Ost.

Fig. 22.



Südamerika von West nach Ost.

Im Allgemeinen kann man noch das Gesetz aufstellen, daß die meisten §. 118.
bedeutenden Bergketten, welche einen großen Einfluß auf das Relief der betreffenden Länder haben, auf beiden Seiten mit Ebenen von sehr verschiedener Höhe in Verbindung stehen, indem meist auf der einen Seite Hochplateau's, auf der andern Seite sehr tiefe Ebenen sich finden, welche sich allmählich in das Meer abschleifen und oft noch unter der Meeresfläche in weiten Strecken sich fortsetzen. So befinden sich auf der einen Seite der Alpen die Hochebenen der Schweiz, Baierns und Oestreichs; auf der andern das Küstenland der Lombardei; bei den Anden finden wir östlich das brasilianische Hochland, westlich den tiefen Küstenstrich von Peru und Chili; an den Himalaya stößt einerseits die Lombardei Asiens, nämlich Ostindien, auf der andern Seite die Hochplateau's Centralasiens. Man könnte diese Ketten gleichsam wie Nähte betrachten, in welchen die einzelnen Abtheilungen des Festlandes, welche verschiedene Höhe besitzen, zusammengeschweißt sind, und wir werden in der Folge sehen, daß diese Art der Betrachtung durchaus nicht so ungereimt ist, als sie auf den ersten Blick erscheinen möchte.

Die allgemeine Verbreitung der Bergketten im Inneren der Continente §. 119.
und ihre Vertheilung längs der Küsten erscheint hauptsächlich darum so wichtig, weil die meisten Karten dieselbe nicht nur nicht angeben, sondern sogar durchaus falsche Angaben liefern, weil das System, wonach sie gezeichnet sind, der Natur nicht entspricht. Dieses System sollte eigentlich die praktische Anwendung der aus der unmittelbaren Betrachtung der Natur hervorgegangenen Anschauung des Reliefs der Oberfläche sein; leider ist dies aber zur Stunde noch nicht der Fall; man zeichnet die Karten nach gewissen theoretischen Grundsätzen und geräth so in vielen besonderen Verhältnissen auf ungemeine Abwege und offenbare Unrichtigkeiten. So hatte man in

Digitized by Google

den alten Karten die Manier, die Berge durch kegelförmige, neben einander gestellte Massen anzudeuten, deren Grundfläche an einander stößt, so daß das Ganze wie eine große Menge neben einander gestellter Maulwurfshaufen aussah, und die Karte etwa das Bild einer von Maulwürfen umgearbeiteten Wiese darstellte. Diese Manier war ungemein schlecht; denn die wenigsten Berge bilden isolirte Kuppen, die man auf diese Weise darstellen könnte, und noch seltener finden sich solche regelmäßige Formen, wie diese Art der Darstellung sie voraussetzte. Aber sie hatte doch wenigstens den Vortheil, daß sie nur die Berge hinsetzte, wo es deren auch wirklich giebt; während bei der jetzigen Manier Karten zu zeichnen oft ganze Ketten auf den Karten erscheinen, wo in der Wirklichkeit weite Ebenen sich ausdehnen. Gar viele Geometer nämlich haben sich in den Kopf gesetzt, daß die Wasserscheiden, von welchen aus die Gewässer nach verschiedenen Richtungen sich ergießen, zugleich die höchsten Rücken sein müßten, und da sie außerdem noch ihre Darstellungsart von der Länge der Gehänge abhängig machen, und glauben, ein Berg müsse um so höher sein, je ausgedehnter die Gehänge sind, die von ihm ausgehen, und je weiter hin die Ebenen sich dehnen, welchen er seine Gewässer schickt, so kommen sie endlich zuweilen auf die größten Absurditäten.

So hat man lange Zeit (ja es geschieht noch jetzt) die Wasserscheide zwischen dem schwarzen Meer und Eismeer, die sich in den Morästen des Dniepr und Dniester findet, als eine gewaltige Bergkette dargestellt, während in Wahrheit sie eine unabsehbare Ebene bildet, deren Neigung nach beiden Seiten so ungemein gering ist, daß es dem Reisenden meist unmöglich ist, sich davon anders als durch die Richtung des abschließenden Wassers zu überzeugen.

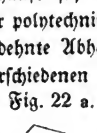
Aehnlich verhält es sich mit Südamerika. Auf den meisten Karten sieht man die hohe Kette der Anden durch einen gewaltigen Querrücken mit den brasilianischen Gebirgen vereinigt, und so das Flußgebiet des Amazonenstromes von demjenigen des Orinoko getrennt. Die Wasserscheide ist dort so wenig merklich, daß die Gewässer im wahren Sinne des Wortes zuweilen zweifelhaft scheinen, nach welcher Richtung sie fließen sollen, und das Niveau beider Flüsse ist so wenig verschieden, das Land dazwischen so eben, daß sogar ein Zwischenstrom, der Cassiquiare, beide Flüsse mit einander verbindet. Diese Beispiele könnten noch vervielfältigt werden; sie zeigen, daß man sehr auf der Hut sein muß bei geographischen Darstellungen des Reliefs der Erdoberfläche, und daß die Kenntniß der geologischen Structur, welche den Grund zu den meisten dieser Erscheinungen enthält, ein unerläßliches Requisit für den Geographen ist.

§. 120. Die äußere Gestalt der Continente scheint auf den ersten Blick nur vom Zufalle abhängig; bei näherer Untersuchung aber unterliegt dieselbe gewissen

Digitized by Google

Gesetzen, die namentlich aus der geologischen Structur derselben hervorgehen. Die meisten Continente lassen sich als mehr oder minder regelmäßige Polygone betrachten, deren Seiten durch Küsten gebildet werden, die meist den Bergketten parallel laufen. So bilden die Bergketten gleichsam ein festes Gerippe, eine Art Kasten, in dessen Inneren das feste Land aufgehäuft ist, etwa wie der Sand in einem hölzernen Rahmen. Ein Zögling der polytechnischen Schule, Herr Piffis, hat neulich der Akademie eine ausgedehnte Abhandlung über diese enge Verbindung zwischen der Richtung der verschiedenen Bergketten und der Begrenzung der Continente eingereicht,

Fig. 22 a.



und es scheint in der That, als ließe sich das Verhältniß noch weit ausdehnen und zum Range eines Gesetzes erheben. Die geometrischen Formen einiger Continente fallen in die Augen; so läßt sich Südamerika vollkommen durch ein Fünfeck umschreiben, das nach Westen einen stumpfen Winkel hat und dessen östliche Küste nach innen eingeknickt ist.

Piffis hat diese Formverhältnisse noch weiter verfolgt und gefunden, §. 121.
daß die Begrenzungslinien der Continente Bogenabschnitte von größten Kreisen bilden, die sich um die Erde herumlegen und sich an den verschiedenen Continenten wiederholen. So ist z. B. eine Strecke des afrikanischen Küstenlandes ein Stück eines größten Kreises, dessen andere Hälfte bei Neuholland sich zeigt u. s. w. Nach Piffis sollen nun sämmtliche Grenzlinien der Continente durch 15 größte Kreise dargestellt werden können. Vielleicht geht der Autor hier etwas zu weit und vernachlässigt einige Linien, die denn doch selbstständig sein dürften; jedenfalls aber scheint soviel zuverlässig, daß die Zahl dieser größten Kreise, durch deren Hülfe man alle Richtungslinien der Küsten bezeichnen könnte, zwanzig nicht übersteigen würde. Da nun die Richtungen der Küste meist den verschiedenen Gebirgsketten parallel sind, so zeigt sich dadurch eine überraschende Gesetzmäßigkeit in der Bildung der Festländer, auf welche wir später noch zurückkommen werden.

Ein anderes eigenthümliches Verhältniß in der Bildung der Continente §. 122.
ist schon längst von Buffon hervorgehoben worden und kann in der That Keinem, der aufmerksam einen Globus betrachtet, entgehen. Die Hauptmasse des Festlandes nämlich ist in der gemäßigten Zone der nördlichen Hälfte angehäuft, während die südliche Hälfte nur sehr wenig Festland enthält. Die meisten Continente aber laufen nach Süden hin in Spitzen aus, die sich allmählich im Meere verlieren, während nach Norden hin sie breite, gewaltig ausgedehnte Massen darstellen. Dies ist der Fall mit den Continenten im Großen, wie auch besonders noch mit den Halbinseln und Inseln. Der südamerikanische Continent setzt sich nach Süden hin in die schmale Zunge des Feuerlandes fort, Afrika, Neuholland zeigen gen Süden gerichtete, einfache Spitzen, Asien deren zwei in Vorder- und Hinterindien,

Digitized by Google

Europa zwei in Italien und Griechenland, während seine dritte Spitze, die pyrenäische Halbinsel, mehr nach Südwesten schaut. Die meisten Halbinseln laufen nach Süden spitz aus, während sie im Norden mit dem Festlande zusammenhängen; Californien, Florida, Kamtschatka, Scandinavien, Italien, der Peloponnes und noch viele andere befinden sich in diesem Falle. Im Vergleiche hierzu finden sich nur äußerst wenige Halbinseln oder Inseln, deren Spitzen nach Norden gekehrt sind, wie z. B. Großbritannien; allein hier hängt dann diese Unordnung meist von besonderen Umständen ab. Allgemeine Regel ist demnach das Auslaufen der Continente in südliche Spitzen, und bedeutendes Uebergewicht des Meeres über das Festland in der südlichen Halbkugel. Damit soll indeß nicht gesagt werden, daß kein Festland in den südlichen Polargegenden vorkomme; die neueren Entdeckungsreisen des Capitäns Roß und des unglücklichen Dumont d'Urville haben die Existenz eines vielleicht ziemlich ausgedehnten Continentes um den Südpol nachgewiesen. Diese Entdeckungen aber können das allgemeine Gesetz nicht umstoßen; während sie auf der andern Seite das Verdienst haben, allzu weit getriebenen Theorien und Speculationen, welche man auf dieses Ueberwiegen des Meeres in der südlichen Erdhälfte gestützt hatte, ein Ziel zu setzen.

§. 123. Die Richtung der Bergketten ist indeß nicht die einzige bedingende Ursache der Gestalten, welche die Continente darbieten, es tritt hier noch ein zweites, ebenso wichtiges Moment auf, nämlich die Anordnung der Thäler. Es möchte paradox erscheinen, daß wir hier Berge und Thäler von einander trennen und als unabhängige Größen einander gegenüber stellen. Man ist daran gewöhnt, sich keine Berge ohne Thäler, keine Thäler ohne Berge zu denken, und dennoch ist es nicht so sehr selten, diese beiden Formen von einander unabhängig zu treffen. So trifft es sich z. B. sehr oft, daß einzelne Kegelberge oder Dome sich über eine umgebende flache Ebene erheben, ohne daß in dieser Ebene Thäler eingeschnitten wären. Selbst wenn mehre solcher Kegelberge in einiger Nähe ständen, wie dies oft bei Vulcanreihen der Fall ist, so könnten darum die Zwischenräume, welche die einzelnen Kegel oder Dome von einander trennen, nicht als Thäler angesehen werden. Noch häufiger aber finden sich Thäler ohne Berge. Ueberall auf den Plateau's und den Ebenen, wo Flüsse und Ströme rinnen, sind diese in tieferen Rinnsalen ausgehöhlt, die oft ziemlich bedeutende Thäler bilden. Das ganze untere Seinebecken, die Flußgebiete der unteren Loire, der unteren Garonne, so weit sie in den Ebenen der Gascogne läuft, die sibirischen Flüsse sammt und sonders sind in diesem Falle. Nun kann man doch wahrlich nicht die weiten Ebenen der Gascogne, Sibiriens ꝛc. für Berge ansehen, da es nur ganz flache Erstreckungen sind, in welchen die tieferen Rinnen ausgehöhlt sind. Die Hälfte von Frankreich bietet solche Thäler dar, die in Ebenen eingeschnitten sind, und wo weit und breit kein Berg zu sehen ist. Thäler und

Digitized by Google

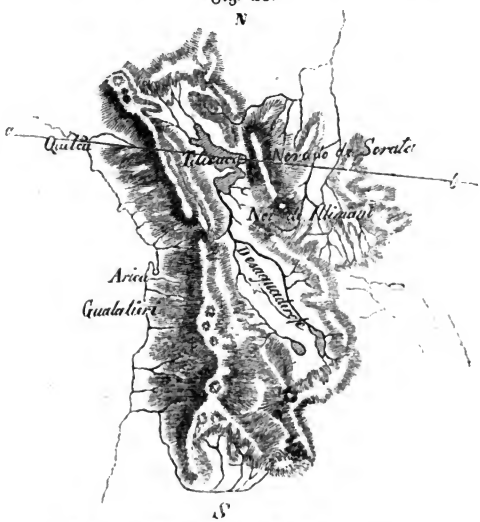
Berge erscheinen demnach sehr oft als durchaus unabhängige Elemente eines Reliefs, und die Richtung des einen kann sehr oft nicht aus derjenigen der anderen erschlossen werden.

Diese gegenseitige Unabhängigkeit läßt sich indeß nicht bloß da bemerken, §. 124.
wo eines dieser Elemente isolirt auftritt; auch an Orten, wo beide gemeinschaftlich vorkommen, hebt sie sich öfters sehr deutlich hervor. So giebt es viele Thäler, welche die Bergketten quer durchbrechen und ihren Lauf unbekümmert um dieselben fortsetzen, und eben aus diesem Grunde erscheint es oft so falsch, die hohen Gebirgsgänge zugleich als Hauptwasserscheiden zu betrachten. Die Beispiele sind ungemein häufig, wo die Bergketten durchaus keinen Einfluß auf die Bildung der Flußgebiete haben, sondern diese von kleinen Erhabenheiten abhängen und sich quer durch die höheren Gebirge durchdrängen. Der Rhein bietet eines der schönsten Beispiele dieser Art dar. In Graubünden entsprungen, folgt er einem Alpenthale bis zum Bodensee und etwas weiter. Bei Schaffhausen und Lauffenburg trifft er auf den hohen Gebirgszug des Jura, den er mitten durchbricht, um seinen Lauf nach Basel und von da weiter gen Norden fortzusetzen. Hinter Mainz trifft er auf die Ketten des Hundsrück und des Taunus, die, geologisch betrachtet, nur einen einzigen Gebirgszug bilden, der in der Mitte durchbrochen ist, durch den Rhein. Die Schichten auf beiden Ufern entsprechen sich vollkommen, so daß an dieser Identität beider verschieden benannter Ketten kein Zweifel sein kann, und so nahe treten die Lippen des Risses gegen einander, daß man bedeutende Sprengarbeiten hat vornehmen müssen, um die Hindernisse, welche die Felsen der Schifffahrt in den Weg legten, auf die Seite zu räumen. Das Rheinthal durchsetzt mithin zwei verschiedene Bergketten, ehe es sich mit dem Meeresbecken vereinigt. In gleicher Weise durchbricht die Maas die Ardennen, der Doubs und die Birs den Jura. In noch weit größerem Maßstabe findet sich diese Erscheinung in Nordamerika. Alle größeren Flüsse, die sich in den atlantischen Ocean ergießen, der Hudson, Delaware ꝛc., entspringen nicht in den Alleghanisgebirgen, sondern hinter denselben auf der Höhe eines Plateau's, das kaum einige Hügelzüge darbietet und dessen Neigung einerseits nach dem Ocean, andererseits nach den großen Stromgebieten des Ohio und Missisippi nur sehr gering ist. Nichts desto weniger findet sich die Wasserscheide nicht in der ziemlich hohen und langgestreckten Kette der Alleghanis, von welcher sogar die Form der östlichen Küste abhängt, sondern auf dem weit niedrigeren Plateau, und die Flußthäler durchbrechen die Kette in verschiedenen Richtungen und an mehren Orten. Am auffallendsten aber gestalten sich die Localitäten in den Anden, an dem schon berührten See von Titicaca. Dieser liegt in einem Längsthale eingeschlossen zwischen zwei ungemein hohen Bergrücken, welche die höchsten Spitzen des südamerikanischen Continentes tragen. Die im

Digitized by Google

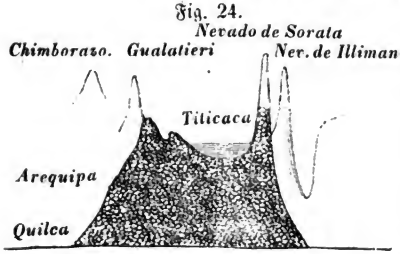
See von Titicaca angeſammelten Gewäſſer fließen an der Stadt La Paz vorbei durch den Fluß Deſaguadero in einen zweiten kleineren See, der keinen Ausfluß hat. Die hohen Gipfel der Nevada de Sorada und ihre Nebenbuhler bilden die Mauer, welche das Becken des See's von den tiefen Ebenen der Pampas abſchneiden. Der in Figur 24 gegebene Durchſchnitt der Gegend nach der auf der Karte angezeigten Linie *a b* zeigt dieſe Verhältniſſe ſehr deutlich. Die Höhen ſind natürlich dabei ſehr übertrieben im Verhältniſſe zur Baſis, wodurch die hohen Gipfel des Chimborazo, Gualatieri und der Nevaden ſich wie Obelisken darſtellen. Aber die Waſſerſcheide findet ſich nicht an dieſen Rieſen, ſondern ganz in der Nähe des See's, längs ſeines

Fig. 23.



Karte der Umgegend des See's von Titicaca.

Fig. 24.



Durchſchnitt nach der Linie *a b*.

öſtlichen Ufers in einer unbedeutenden Hügelreihe, welche der Kette der Nevada parallel läuft. Von dort aus fließen die Waſſer in eine ſchmale Längsrinne, die man kaum Thal nennen kann, und brechen dann durch tiefe Schluchten zwiſchen der Nevada und den anderen Gipfeln durch nach den Pampas zu.

Digitized by Google

Auch bei dem Himalaya lassen sich ähnliche Verhältnisse beobachten. Der Ganges mit seinen Zuflüssen entspringt zwar auf dem südlichen Abhange des Himalaya und fließt durch die Ebenen ohne Aufenthalt hinab gegen das Meer; das Flußgebiet des Indus aber entsteht auf den nördlichen Abhängen und sein Thal bricht durch die Kette durch, um sich ebenfalls nach Süden zu öffnen. Man könnte die Beispiele in's Unendliche vermehren; es genügt hier, damit gezeigt zu haben, daß die Thäler oft durchaus unabhängig von den Gebirgsketten sind, und daß man sehr irren würde, wenn man, wie a priori am rationellsten scheint, die höheren Gebirge auch zugleich als die Wasserscheide und umgekehrt annehmen wollte.

---

§. 125. Die näheren Verhältnisse der Berge verdienen um so mehr unsere Aufmerksamkeit, als die praktische Geologie in letzter Instanz hauptsächlich sich auf die Anatomie der Berge reducirt. Die Gruppirung der Berge verdient hier zuerst unsere Beachtung, da dieselbe, wie Jedem bekannt ist, äußerst verschieden sein kann und dadurch das Relief eines Landes auf die mannichfaltigste Weise modificirt wird. Wir unterscheiden an den eigentlichen Bergen, abgesehen von den Plateaus, fünf verschiedene Arten der Gruppirung, die indeß nicht so scharf von einander in der Natur getrennt sind.

1. Isolirte, einzeln stehende Berge. Es giebt deren nur äußerst wenige, und meistens sind es Vulcane oder auch Reste von alten Plateau's, um welche herum bedeutende Auswaschungen stattgefunden haben. Ihre Form ist meist die eines Kegels mit mehr oder minder regelmäßigen Gehängen, oder auch die einer gewölbten Kuppel, eines Domes. In dem letzteren Falle bilden sie meist eine isolirte Kuppe in der Nähe von größeren Ketten, die man im Geiste als zu dieser Kette gehörig betrachten kann, da sie meist die nämliche Structur darbietet, wenn sie auch äußerlich nicht mit der Kette zusammenhängt.

2. Regelmäßig gruppirte Berge. Auch diese haben Kegel- oder Kuppenform und stehen neben einander, etwa wie die Maulwurfshaufen auf einer Wiese. Ihre speciellere Gestaltung hängt meist von der Art der Gruppirung ab. Im Ganzen kommt diese Art der Anordnung äußerst selten vor, und nur bei einigen Vulcanengruppen läßt sich eine Art von Regelmäßigkeit nachweisen. Häufiger schon kommen

3. Unregelmäßig gruppirte Berge vor, die zuweilen selbst in Causalnexus mit einander stehen, aber doch den gemeinschaftlichen Charakter besitzen, daß sie durch ihre Basis nicht mit einander zusammenhängen. Die Kette der ausgestorbenen Vulcane der Auvergne, von welcher wir hier

Digitized by Google

einen Theil abbilden, liefert ein auffallendes Beispiel dieser Art von Gruppirung.

Fig. 25.

Vulkankette der Auvergne.
a. Puys de Dôme.

4. In Längsreihen gestellte Berge, die etwa wie die Figuren eines Schachbrettes in langen Reihen stehen, wo aber jede Kuppe bestimmt von der andern getrennt ist. Man hat einige Vulcanreihen, die auf diese Weise gebildet sind. Im Allgemeinen aber ist diese Form nur selten und geht unmerklich in die fünfte und häufigste Art über.

5. Ketten, deren Gipfel auf einer gemeinschaftlichen Basis stehen. Dies ist ohne Zweifel die häufigste Anordnung der Gebirge, die aber insofern eine unendliche Mannichfaltigkeit darbietet, als selten die Ketten einfach wie liegende, oben ausgekerbte Prismen erscheinen, sondern oft mehre Ketten an einander stoßen, oder aber Ketten mit Gruppen sich vereinigen, die ihrerseits wieder an ihrer Basis mit einander verbunden sind, so daß oft eine Complication der Formen entsteht, aus welcher man sich unmöglich finden kann. Im Grunde sind die Ketten eigentlich nur Gruppen, die bedeutend in die Länge gezogen und die Form einer sehr excentrischen Ellipse angenommen haben.

§. 126. Die Inseln können im Allgemeinen besser zum Studium der einzelnen Gruppirungen der Berge dienen, als die Gipfel des Festlandes. Bei diesen ist man oft im Zweifel, wo man den Anfang ihres Fußes, das Ende ihrer Basis setzen wolle; während bei den Inseln die Natur ein allgemeines Niveau hergestellt hat, über welches sich die Gipfel erheben und das als sicherer Anhaltspunkt dienen kann. So erscheinen die kleinen Antillen, die Sandwichinseln und viele andere Inselgruppen des stillen Meeres als regelmäßige oder unregelmäßige Gruppen, während einige durchaus isolirte Inseln mitten im Meere, wie St. Helena z. B., das Bild durchaus vereinzelter Berge ausgeben. Andere Inseln, wie die Sunda-Inseln, die großen Antillen, Candia und viele andere, stellen mehr oder minder lange Ketten oder auch Längsreihen isolirter Berge dar.

§. 127. Die Kenntniß der Ausdehnung der einzelnen Ketten ist von nicht geringer Wichtigkeit für den Geologen. Alex. von Humboldt hat nach den besten Quellen folgende Längenmaße für einige der hauptsächlichsten Gebirgsketten des Erdkörpers gegeben:

Digitized by Google

Die scandinavischen Gebirge	1780	Kilometer.
Die Alpen vom Montblanc bis an die ungarische Grenze	830	»
Die Pyrenäen	377	»
Der Altai	1600	»
Der Tiang-schang im Innern China's .	2710—3470	»
Der Kuenloun	1940	»
Der Himalaya	2560	»
Die Ghates	1220	»
Der Sablonoi-Chrebet	890	»
Der Aldan	670	»
Der Ural	3890—3290	»
Die Anden von dem Feuerlande bis zur Landenge von Panama	7150	»

Die Bestimmung der Länge der Anden hat einige Schwierigkeiten, da man nicht weiß, wo man ihr nördliches Ende setzen soll. Begreift man ihre nördliche Fortsetzung, die Rocky mountains mit dabei, wie dies geschehen muß aus geologischen Gründen, so wird eine ungeheure Länge der Kette herausgebracht, indem sie sich fast in gerader Linie von dem Feuerlande bis zur Behringsstraße hinzieht. Allein auch die Länge der einen Hälfte ist schon bedeutender als die sämmtlicher anderen Gebirge, und die europäischen Gebirge namentlich verschwinden fast gegen solche Riesenerstreckungen. Und dennoch sind es diese kleinen europäischen Gebirge, auf denen unsere ganze Wissenschaft beruht, in denen wir unablässig neue Thatsachen, neue Erscheinungen entdecken!

§. 128. Die Richtung der Bergketten hat den Geographen von jeher viel zu schaffen gemacht, um so mehr als sie nicht stets dieselbe bleibt, sondern öfter wechselt und manchmal in sehr bedeutenden Winkeln abspringt. Im Großen betrachtet, bieten freilich viele Ketten mehr oder weniger gerade Linien dar, allein zu einer solchen Betrachtung schon muß man der Natur bei den meisten viel Zwang anthun und bei vielen gelingt es gar nicht. Um sich aus solchen Labyrinthen zu helfen, kann nie die einfache Betrachtung des Reliefs genügen, während die Geologie sogleich durch die Anatomie der Ketten genügende Aufschlüsse ertheilen kann. Man muß die Ketten zu zerlegen wissen; man muß die einzelnen Glieder, aus welchen sie zusammengesetzt sind, zu unterscheiden wissen, und dann wird man auch eine Einsicht in diese verwickelten Formen erhalten. Es giebt wohl keine Bergkette in der Welt, die aus einem einzigen Gliede nur bestände; alle sind aus mehren Theilen zusammengesetzt, die in sich wieder besondere Eigenthümlichkeiten der Structur zeigen, welche nur dem einzelnen Kettengliede, nicht der

Digitized by Google

Kette im Ganzen angehören. Oft liegen diese Einheiten, aus welchen die Summe der Kette zusammengesetzt ist, in Reihen hinter oder neben einander; oft aber auch wiederholen sie sich in mehren Reihen und werfen sich äußerst unregelmäßig zusammen, so daß man Mühe hat, sie zu erkennen. Die Kettenglieder selbst bilden meist elliptische, mehr oder minder langgezogene Gestalten, deren Hauptaxe meist leicht zu erkennen ist, und die Regelmäßigkeit der großen Gesammtaxe der Kette, ihre mehr oder minder gerade Richtung hängt meist von dem mehr oder minder großen Parallelismus der kleinen Axen der verschiedenen Kettenglieder ab Wenn in dem Verlaufe dieses Werkes von der Structur einer Kette die Rede sein wird, so bezieht sich dies nur auf ein bestimmtes Kettenglied, da, wie schon bemerkt, diese Kettenglieder durch verschiedene Structur oft ebenso gut, als durch abweichende Richtungsaxen sich erkennen lassen. Ein Beispiel mag dies erläutern. Die Kette der Pyrenäen erscheint im Großen als eine gewaltige Quermauer, welche in gerader Linie Frankreich von Spanien trennt. Bei näherer Betrachtung aber sieht man, daß sie in der Mitte einen stumpfen Winkel bildet, in welchem das Thal von Arran mit der Quelle der Garonne liegt. Untersucht man nun die Kette näher, so zeigt sie sich in der That aus zwei verschiedenen Gliedern zusammengesetzt, die nicht ganz dieselbe Structur haben, deren Richtung zwar fast dieselbe ist, die aber doch etwas schief gestellt sind und deren gegen einander gerichtete Spitzen sogar über einander greifen, so daß in dem Zwischenraume zwischen beiden gerade das genannte Thal Raum findet. Die Pyrenäen bilden eine der einfachsten Ketten; in den Alpen, dem Himalaya, den Anden finden sich eine Menge solcher einzelner unabhängiger Kettenglieder in den mannichfaltigsten Stellungen zu einander, wodurch das Studium dieser Ketten sehr verwickelt wird.

§. 129. Die Bergketten hängen, wie schon bemerkt, durch eine gemeinschaftliche Basis mit einander zusammen, über welcher sich dann die höheren Zinnen und Gipfel erheben. Aler. von Humboldt hat schon seit längerer Zeit darauf aufmerksam gemacht, daß das Verhältniß zwischen der Höhe dieser Basis und der absoluten Höhe der Gipfel nicht bei allen Ketten dasselbe ist, wenn es auch gleich nicht in sehr bedeutenden Grenzen schwankt. Die Höhe der Basis wird am besten bestimmt durch die Höhe der Pässe, welche von einem Abhange der Kette auf die andere Seite führen und die von allgemeiner Wichtigkeit erscheinen, da sie zugleich als politische und Handelsstraßen benutzt werden. Das Verhältniß dieser Paß-Höhen hat im Allgemeinen etwas Bestimmtes, Gesetzmäßiges, und man kann vielleicht schon daraus einen Schluß auf die Structur der Gebirge stellen. Im Allgemeinen erscheinen die Einrisse und Vertiefungen, welche als Pässe benutzt werden, um so tiefer und die Gipfel um so höher, je complicirter und verwickelter die Structur der Kette an sich ist, und wenn wir finden, daß die Gipfel nur

Digitized by Google

wenig eingeschnittene Erhabenheiten darbieten, so können wir sicher sein, daß die Structur weit einfacher ist, als in einer Kette, wo himmelhohe Zacken über tief eingeschnittenen Thalrissen sich erheben. Humboldt hat gefunden, daß in den Pyrenäen die absolute Höhe der Pässe zu der absoluten Höhe der Kette sich wie 1 zu $1\frac{1}{2}$ verhält, daß in den Anden und dem Himalaya dies Verhältniß wie 1 zu $1\frac{8}{10}$ etwa erscheint und daß in den Alpen es 1 zu 2 beträgt, mithin in dieser Kette auf die größte Complication der Structur hindeutet.

§. 130. Von großer Wichtigkeit für die allgemeine Betrachtung der Ketten sind die Axen derselben, welche man je nach verschiedenen Grundsätzen bestimmen kann. Alex. v. Humboldt unterscheidet in einer Kette 5 verschiedene Axenlinien, welche zuweilen zusammenfallen, oft aber auch durchaus getrennt von einander sind und selbst mehr oder weniger in ihrem Parallelismus abweichen können.

1. Die Längenaxe der ganzen Kette. Diese Linie ist eine rein ideale; sie würde gegeben sein, wenn man die ganze Kette zertrümmerte und nun die Materialien in Form eines liegenden Prismas auf der Grundfläche anhäufte. Die Kante des Prismas würde zugleich die Längenaxe der Kette sein, und man könnte deshalb diese Axe auch die ideale Elevationsaxe einer Kette nennen.

2. Die Axe der Gipfel, worunter man eine Linie versteht, welche die einzelnen Gipfel mit einander verbindet. Es möchte wohl kaum ein Fall auf der Erde vorkommen, wo diese Axe mit der idealen Längenaxe zusammenträfe. Die Gipfel stehen nämlich selten auf der Mitte der Ketten, sondern meist dem einen oder andern Abhange näher, so daß mithin die sie verbindende Linie entweder rechts oder links von der idealen Längenaxe sich hinzieht. Ja es begegnet nicht selten, daß diese beiden Axen sich kreuzen. Bei der Zusammensetzung der meisten Ketten aus verschiedenen isolirten Gliedern, deren jedes seine eigene Structur und seine eigene Axe hat, begegnet es oft, daß die einen dieser Glieder die Gipfel in der Nähe des rechten, die andern in der Nähe des linken Abhanges haben, oder gar daß die einzelnen Gipfel in Zickzacklinien stehen, aus deren Verbindung und Vereinigung erst eine Mittellinie entsteht, die oft sehr bedeutend von der idealen Axe abweicht.

3. Die Axe der Wasserscheide, die meist, wenn auch nicht immer, diejenige der Sättel und Pässe ist. In gewöhnlichen Ketten fallen diese beiden Linien zusammen; dann aber nicht, wenn ein Flußthal eine Kette quer durchbricht und die Wasserscheide sich hinter der Kette befindet, wie dies, nach den oben angeführten Beispielen, zuweilen der Fall ist. Meist sind die Hochgipfel durch niedrigere Sättel verbunden, welche die Wasserscheide bilden und zugleich als Pässe dienen und in gewöhnlichen Fällen,

Digitized by Google

wenn diese Zwischensättel so ziemlich geradlinig sind, fällt die Wasserscheide, auf eine gerade Linie reducirt, mit derjenigen der Gipfel zusammen. Sehr oft aber weicht sie davon ab, indem oft die Thäler sich weiter nach hinten erstrecken, die Zwischenparthien bergige und eckige Linien bieten und die Gipfel weiter nach vorn oder nach der Seite stehen. Auf den Karten stellt man meist die Linien der Wasserscheide als die höchste dar, von welcher nach beiden Seiten die Gehänge abfallen, allein in sehr vielen Fällen ist dies durchaus falsch und die tiefen Runsen, welche die Basis der Kette zuweilen durchbrechen, und das Wasser aus hinteren Gegenden hervorleiten, verlieren auf solchen Karten ihre Bedeutung, zumal wenn, wie es oft geschieht, der eine Abhang weit ausgedehnter ist als der andere.

4. Eine vierte Linie wird gegeben durch die Combination der Verbindungslinien, welche die großen mineralischen Hauptmassen in der Kette darbieten. Meistens bestehen die Ketten aus einem großen Centralkerne, der sich am häufigsten in Gestalt einer lang ausgezogenen Ellipse darstellt, und um welchen herum dann die äußeren Glieder wie Schuppen sich anlehnen. Die Linien, welche durch diese verschiedenen Anlehnungspunkte der unter sich verschiedenen mineralischen Massen gegeben sind, können auf eine mittlere Linie reducirt werden, die ebenfalls sehr oft, je nach der Zusammensetzung der betreffenden Kette, von den übrigen schon angegebenen Axen abweicht.

5. Die Linien, welche den Schichtungsebenen folgen, können ebenfalls auf eine Schichtungsaxe reducirt werden, deren Bestimmung aber meist sehr schwierig ist. Im Großen betrachtet, zeigen sich freilich die geschichteten Massen, welche an den meist ungeschichteten Centralkern der Kette sich anlehnen, wie Blätter eines Buches. Allein diese Blätter sind nicht nur einfach angelehnt, sie sind oft in allen Richtungen gebogen, eingeknickt, zerrissen, und dann werden oft die Schichtungsebenen so verwirrt und unregelmäßig, daß es schwer hält, sie auf eine gewisse Ebene und eine einzige Linie zurückzuführen.

§. 131. Man kann sich im Allgemeinen die Gebirgsketten als liegende Prismen vorstellen, von welchen nach beiden Seiten hin die Gewässer in bestimmten Einkerbungen, den Thälern, ablaufen. Diese ursprünglichen Seiteneinschnitte, welche demnach in rechtem Winkel auf der Axe der Kette aufstehen, nennt man meist Thäler erster Ordnung oder Querthäler. Sie sind meist so tief, daß Ausläufer der Kette sie von einander trennen, und diese Ausläufer oder Contreforts, die man sich wie Streben oder Stützmauern denken kann, welche sich an den inneren Centralkern oder die Hauptmauer anlehnen, sind selbst wieder meist auf ihren Seiten von Thalrinnen gekerbt, und verhalten sich zu dem Hauptthale, wie die Kette im Ganzen zur Ebene. Sie haben wieder neue Streben, welche die einzelnen Seitenthäler von einander tren-

Digitized by Google

nen, und diese wieder sind auf's Neue eingekerbt, so daß man, wenn man rein theoretischen Ansichten folgen wollte, eine unendliche Unterordung von Thälern und Contreforts in einer Kette finden könnte, welche alle senkrecht auf einander stünden. Die Geographen haben in der That in ihrem Systeme der Kartenausführung oft solche Principien verfolgt und dadurch den meisten Ketten eine durchaus ähnliche Physiognomie gegeben, die sie in der Natur gar nicht besitzen. Meist hat man nur die Ketten, oder einige Hauptgipfel davon, und die Hauptquerthäler gemessen nebst den Contreforts erster Ordnung; den Rest füllt man auf die Weise aus, daß man stets in rechtem Winkel auf einander Thäler und Contreforts häuft, bis der Platz erfüllt ist.

Die Thäler erster Ordnung, oder die Querthäler, stehen meist senkrecht auf der Längsaxe der Kette, und durchschneiden meist die Schichtungsebenen, so daß man in ihrem Verlaufe die Aufeinanderfolge der Schichten von außen nach innen oft deutlich beobachten kann. Die Thäler zweiter Ordnung, oder die Längsthäler, laufen parallel mit den Axen der Ketten, und sind meist bedingt durch den Wechsel in der Natur der Schichtenfolgen.

§. 132. Querthäler, welche sich nach außen auf die Ebenen öffnen, setzen sich meist auf diesen weiter fort, aber unter sehr verschiedener Gestalt. In den Gebirgen selbst waren es meist schmale Risse, Tobel, oft selbst tiefe Schlünde mit senkrechten Wänden; an der Ebene angekommen, breiten sie sich aus, öffnen sich weit und ziehen nun ihrem Ende in erweiterter Gestalt entgegen. Oft sind die Thäler innerhalb der Berge so beschaffen, daß sie trotz ihrer Windungen und Krümmungen fast überall die gleiche Breite beibehalten, indem stets einem vorspringenden Winkel der einen Thalwand ein zurückweichender Winkel der entgegengesetzten Thalwand entspricht. Man hat diesen Parallelismus der Thalwände, wodurch die entgegengesetzten Winkel derselben einander entsprechen, zu einem allgemeinen Gesetz erheben wollen, allein mit ebenso viel Unrecht, als Andere wieder gerade den entgegengesetzten Fall als allgemeine Regel haben betrachten wollen, nämlich den, wo ein Thal aus einer Reihe auf einander folgender Becken und Erweiterungen besteht, welche durch enge Schluchten mit einander verbunden sind. Diese Disposition, von der wir ebenfalls viele Beispiele in der Natur sehen, entsteht offenbar daher, daß einem einspringenden Winkel der einen Thalwand ebenfalls ein einspringender Winkel der entgegengesetzten Thalwand entspricht, wodurch dann diese successiven Erweiterungen und Verengerungen entstehen. In einigen Bergketten ist diese Anordnung der Thäler eine gewöhnliche.

§. 133. Die Querthäler beginnen meist durch einen Zusammenfluß mehrer Rinnen, die an den Ketten und Contreforts herablaufen; zuweilen aber treffen sich äußerst merkwürdige Anfangsbildungen der Thäler in einzelnen Ketten. In den Pyrenäen z. B. fangen fast alle Thäler ohne Ausnahme

Digitized by Google

mit bedeutenden runden Amphitheatern an, die von senkrechten Wänden umgeben sind und durch einen mehr oder minder engen Schlund sich fortsetzen. Diese engen circusartigen Thalenden oder Amphitheater sind so auffallend, daß die Bewohner der Pyrenäen sie durch einen besonderen Ausdruck unterscheiden. Sie heißen im dortigen Dialekte »Oule«, was soviel heißen will, als Kessel; mithin eine sehr treffende Bezeichnung für diese eigenthümliche Bildung. Auch in den Alpen kommen an einigen Stellen solche mehr oder minder vollständige Kessel vor, indeß ist ihr Vorkommen nicht so allgemein als in den Pyrenäen.

§. 134. Die Längsthäler der Bergketten ziehen sich meist mehr oder weniger parallel längs der Mittellinie der Kette hin und bezeichnen im Allgemeinen wichtige Wechsel in der Schichtenfolge. Oft erscheinen sie nur als einfache Einbiegungen und Knickungen der Schichten, veranlaßt durch parallele Hebungsrichtungen, wie dies namentlich im Jura öfter der Fall ist; in den meisten Fällen aber stellen sie sich als förmliche Risse auf dem Durchschnitte dar, wo dann die Lippen der durchrissenen Schichten die meist steilen Gehänge der Thäler auf beiden Seiten bilden und die tieferen Schichten den Thalgrund formiren. Auch bei den Querthälern kann es vorkommen, daß sie nur einfache Einknickungen sind, wie manche Längsthäler, indeß ist dieser Fall weit seltener. Oft kommt es vor, daß Längsthäler an irgend einer Stelle mit Querthälern in Verbindung stehen, so daß das Ganze die Form eines T oder eines Winkels besitzt; zuweilen auch sind sie vollständig abgeschlossen, und bilden dann Seen oder Moräste, deren Gewässer manchmal durch unterirdische Risse und Kanäle ihren Abfluß finden.

§. 135. Im Allgemeinen möchte es vielleicht zweckmäßig sein, die einzelnen Arten der Thäler mehr nach ihrem Ursprunge zu classificiren, obgleich auch hier nothwendig der Uebelstand eintritt, daß man theoretische Ansichten mehr oder minder in die Nomenclatur einführen muß. So würde man die Längs- und Querthäler der Bergketten, ganz abgesehen davon, ob sie nur Einknickungen, oder wirkliche Risse darstellen, als Erhebungsthäler bezeichnen, da sie derjenigen Kraft, welche die Ketten der Berge selbst erhob, ihre Entstehung verdanken, und man würde dazu noch diejenigen kesselförmigen Thäler rechnen, welche offenbar einer gleichen Ursache eine Entstehung verdanken, wenn auch ihre Form sie weder als Längs- noch als Querthäler einzelner Ketten ansehen ließe. Beispiele solcher Erhebungsthäler in Kesselform sind nicht selten; sie bieten einen ausgehöhlten Grund, in dessen Umgebung sich überall steile Berggehänge erheben, an denen die Köpfe der zerrissenen Schichten sichtbar sind. Die Schichten fallen nach allen Seiten hin ab, wie an einer Bergkette, deren Kern von einem eruptiven Gesteine gebildet ist; nur herrscht hier der Unterschied, daß der hebende Kern nicht zum Vorschein gekommen, sondern in der Tiefe geblieben ist. Das Thal von

Digitized by Google

Pyrmont bildet ein schlagendes Beispiel dieser Art. Der Thalgrund wird von senkrecht gestellten, zerbröckelten Schichten bunten Sandsteines gebildet, dessen äußere Schichten steil nach außen abfallen, die Gehänge des Thales bildet der weniger steil abfallende Muschelkalk und die obersten Spitzen und Schichten der beiden höchsten Punkte des Bomberges (1136 Fuß) und Mühlberges (1107 Fuß) werden von Keuper gebildet.

Fig. 25. Durchschnitt des Thales von Pyrmont. *a* bunter Sandstein, im Thalgrunde, wo die Quellen hervorbrechen, zerbröckelt. *b* Muschelkalk. *c* Keuper.

Fig. 25 a.

§. 136. Wohl zu unterscheiden von diesen Thälern sind diejenigen, welche in ebenen Gegenden verlaufen und meist das Resultat zerstörender Einflüsse, namentlich des Wassers, sind. Viele solcher Thäler sind nur Rinnen, ausgespült durch das Wasser, das in ihnen jetzt noch strömt oder früher strömte, andere sind mehr oder weniger breite Zwischenräume zwischen verschiedenen Bergketten, deren Grund zuweilen erst durch die Anschwemmungen der Gewässer geebnet wurde. So ist das weite Rheinthal von Basel bis Mainz nur der Zwischenraum zwischen den beiden Erhebungslinien des Schwarzwaldes und der Vogesen, dessen Grund durch alte und neue Anschwemmungen ausgefüllt wurde. Wir werden auf diese Thäler der ebenen Gegenden an einem andern Orte zurückkommen; es genügt hier, sie angeführt zu haben.

§. 137. Ueberhaupt variiren hier die Verhältnisse der Thäler zu den Ketten, sowie der integrirenden Theile der Ketten unter sich auf das Mannichfachste. Sehr oft erscheinen die Thäler nur als einfache Risse, die mehr oder minder tief in das Innere eindringen und an deren Wänden die Schichten so sehr in regelmäßiger Folge über einander liegen und einander entsprechen, daß man in Gedanken den leeren Raum leicht mit den fehlenden Schichtenstücken ausfüllen kann. Die Thäler zeigen in solchen Fällen meist Terrassen, die den einzelnen Schichten entsprechen, und diese Terrassen entsprechen einander auf beiden Seiten vollkommen. Dieser eigenthümliche Charakter der Thäler als Risse zeigt sich namentlich oft sehr deutlich an einzelnstehenden Kegelbergen, an deren Seiten divergirende Längsschründe herablaufen, die alle gegen den Gipfel des Kegels hin gerichtet sind. Die in solchen Fällen zwischen den Thälern stehen bleibenden Stücke des Berges zeigen dann die Form von mehr oder minder regelmäßigen Pyramiden, deren Spitzen schief nach

Digitized by Google

innen gerichtet ſind, und deren äußerer Abfall meiſt ſehr ſanft iſt. Oft exiſtirt bei ſolchen Kegelbergen die mittelere Spitze, wie in der Fig. 26, die einen Plan, und Fig. 27 einen Durchſchnitt eines ſolchen Kegelberges darſtellt; oft aber auch fehlt dieſe mittlere Spitze ganz, und iſt durch einen tiefen Keſſel, ja zuweilen ſelbſt durch ein mit Waſſer erfülltes Becken erſetzt, wo dann Formen, wie die in Fig. 28 u. 29 im Plan und Durchſchnitte dargeſtellte entſtehen. Die dem inneren Kreisbecken zugewandten Wände ſind alsdann außerordentlich ſteil, faſt ſenkrecht, und bilden einen auffallenden Contraſt gegen die weit ſanfter anſteigenden äußeren Gehänge des Kegels.

Fig. 26.

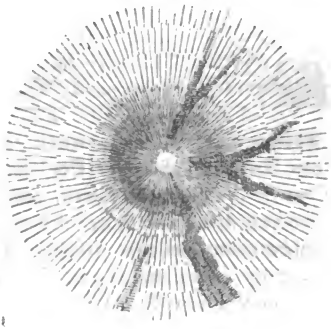


Fig. 28.

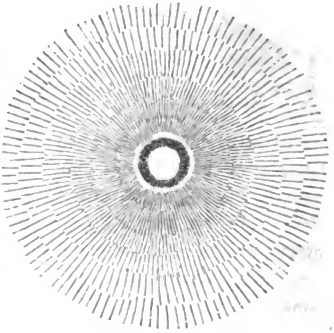


Fig. 27.

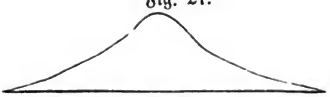
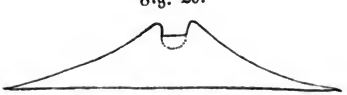


Fig. 29.



§. 138. Aehnliche Fälle können begreiflicher Weiſe aber auch eintreten, wenn der mittlere Kern eine Ellipſe oder ein langgezogenes Oval vorſtellt. Namentlich aber bei Ketten, welche einen Centralkern von anderer Structur beſitzen, als die angelehnten äußeren Maſſen, treten die auffallendſten Modificationen auf. Der natürlichſte und einfachſte Fall iſt natürlich der, wo der mittlere Centralkern zugleich die Höhenlinie darſtellt, und wo die angelehnten Maſſen durch Längsthäler zwar davon verſchieden ſind und zwei ſeitliche erhabene Linien bilden, welche aber an Höhe die Mittellinie des Centralkernes nicht erreichen. Der Durchſchnitt einer ſolchen Kette iſt in Fig. 30 dargeſtellt. Zuweilen aber erhebt ſich der Centralkern nicht, ſondern bleibt in der Tiefe, entweder ganz unſichtbar oder nur als kleine unſcheinbare Kuppe, Fig. 31, und dann bieten die angelehnten Maſſen zwei ſeitliche Zinnen dar, die aber nur ſelten von gleicher Höhe ſind und in der Mitte durch ein tiefes Thal getrennt werden. In anderen Fällen überwiegt die

Digitized by Google

eine Lippe bedeutend, Fig. 32. Die Höhenzinne ist dann ganz auf die eine Seite der Kette übertragen, die andere Lippe der angelehnten Gesteine sinkt zurück, ebenso der Centralkern, und wenn nun gar diese Theile, wie in Fig. 33, unter Wasser oder unter Alluvien verdeckt werden, so zeigt sich nur die eine Lippe, und die ganze Kette scheint nur aus dieser zu bestehen, während in Wahrheit die entsprechenden Theile nur verdeckt sind.

Auf diese Weise können oft Ketten, die aus vielen einzelnen Elementen bestehen, in durchaus rudimentären Zustand versetzt werden, und erst das Studium ihrer inneren Structur kann dann nöthigen Aufschluß ertheilen.

Fig. 30.

Fig. 31.

Fig. 33.

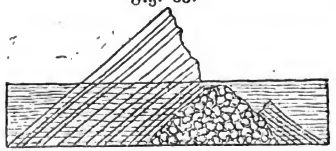


Fig. 32.

Schon früher wurde bemerkt, daß die Gehänge einer Kette selten nur §. 139.
auf beiden Seiten gleich seien, sondern daß meist auf der einen dieselben weit steiler und tiefer wären, als auf der andern. Diese Thatsache gilt fast für die meisten Bergketten, und wenn der Fall eintritt, so ist er meist noch mit einer andern Bildung vergesellschaftet, welche das Verhältniß noch auffallender macht. Die Gipfel finden sich dann nämlich meist näher an der steilen, abgerissenen Seite, als an derjenigen, welche allmählich abfallend in ein Hochplateau übergeht. Der Anblick solcher Ketten von der steilen Seite her ist dann ungemein überraschend und imposant, weil sie die ganze Höhe ihrer Wände dem Auge zuwenden, während von der andern Seite her, wo man schon sehr entfernt stehen, oder aber sie von dem erhöheten Standpunkte des Plateau's aus betrachten muß, sie weit weniger imposant und oft sogar nur unbedeutend erscheinen. Beispiele solcher Bildung fehlen nicht; so sind die Vogesen weit steiler auf der dem Rheine zugekehrten Seite, und ihre Hochgipfel stehen der Rheinebene ganz nahe; die scandinavischen Alpen sind weit steiler gegen Norwegen und das Meer hin, als gegen Schweden; die Alpen steiler auf der italienischen Seite u. s. w. Viele Gebirge aber begnügen sich nicht mit einer einzigen Höhenzinne; sie haben deren zwei oder noch mehr; so muß man, um von der westlichen Schweiz durch das Wallis nach Italien zu gelangen, zwei gewaltige Kämme übersteigen, nämlich die Kette der Berner Alpen und diejenige des Monte Rosa,

Digitized by Google

ehe man in die Ebenen der Lombardei anlangt; so zeigen die Anden bei Quito zwar nur eine breite Hauptmauer, auf der aber in zwei Parallelreihen die Gipfel aufgepflanzt sind, zwischen denen ein vertieftes Thal, das Plateau von Quito, sich hinzieht. Alle diese verschiedenen Formen hängen meist von der inneren Structur der Ketten ab, und können erst dann in ihrer Gesetzmäßigkeit aufgefaßt werden, wenn diese letztere bekannt ist.

§. 140. Fast in allen Bergketten finden sich die eben bezeichneten Verhältnisse auf das Mannichfachste unter einander vor, und an der einen Stelle ist bald dieser, an der andern jener Theil stärker entwickelt und hervorgehoben, wodurch eben den einzelnen Localitäten ihr eigenthümlicher Charakter bewahrt wird. In den meisten Ketten hängt aber auch diese Mannichfaltigkeit von dem Vorhandensein eines ungeschichteten Centralkernes ab, um welchen sich die einzelnen geschichteten Gesteine in ihrer Aufeinanderlagerung gruppiren. Meistens bleiben auch diese geschichteten Gesteine nicht in so einfachen Verhältnissen; oft sind sie so sehr unter einander geworfen, gedreht und gebogen, daß es sehr schwer hält, den Centralkern und die ursprüngliche Axe seiner Ellipse zu erkennen. Die Schichten liegen oft fast horizontal, aber dies nur in Ebenen; in den Gebirgen sind sie mehr oder weniger emporgehoben, zuweilen selbst so bedeutend, daß sie vertical aufgerichtet und in einzelnen Fällen sogar überstürzt sind, so daß die ursprünglich unteren Schichten auf den oberen zu liegen scheinen. Die verschiedenen Unebenheiten des Terrains, welche aus diesen mannichfachen Verhältnissen hervorgehen, sind äußerst complicirt in einzelnen Fällen; im Allgemeinen indeß kann man die Thalrisse, wo die Schichten wirklich in ihrer Continuität getrennt und dadurch Thäler hervorgebracht worden sind, von den Einbiegungsthälern unterscheiden, in welchen natürlich der Zusammenhang der einzelnen Schichten nicht getrennt, sondern nur durch die zellenförmigen Faltungen derselben Thäler entstanden sind, die aber meist weit sanfter sind und weit geringeren Abfall zeigen an ihren Wänden, als die Thalrisse.

Fig. 34.

a Zerreißungsthäler b Einbiegungsthäler.

§. 141. Es ist aus diesen hier angeführten Beispielen leicht ersichtlich, in welchem engen Verhältniß die Stratigraphie oder die Anatomie der Gebirgsmassen zu ihrer äußeren Form steht. Ohne die Kenntniß der einzelnen Schichten, ohne die Kenntniß der Zusammensetzung der Gebirgsketten aus ihren einzelnen Gliedern ist es rein unmöglich, ein genaues Bild der einzel-

Digitized by Google

nen Formen des Reliefs unserer Erdrinde sich zu verschaffen, und diese Kenntniß eben ist es, welche die Geologie sich zum Ziele gesetzt hat.

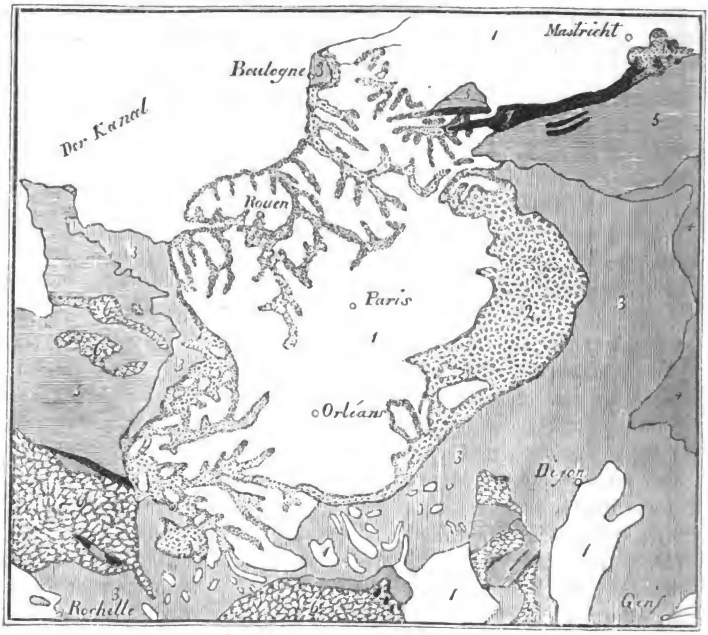
Betrachtet man die Erdrinde im Großen, so wie sie in der Fläche sowohl, als auch in tieferen Rissen sich darstellt, so zeigt sich eine Uebereinanderlagerung von einzelnen Stücken, die oft eine bedeutend große Ausdehnung haben und die wie eine Mosaik in einander gefügt sind. Man gewahrt bald, daß eine wesentliche Verschiedenheit in Structur und Zusammensetzung dieser Stücke herrscht, und daß diese mit gewissen Eigenthümlichkeiten des Bodens, ja mit der ganzen Beschaffenheit eines Landstriches oft auf das Innigste zusammenhängen. Es sind hier nicht allein die Reichthümer, welche der Boden an sich schon in seinen mineralogischen Bestandtheilen darbietet, in Betracht zu ziehen; es versteht sich von selbst, daß Steinkohlen, Metalle, Edelsteine, ja selbst gute Bausteine, nicht zusammen an allen Stellen in derselben Menge vorkommen, sondern daß vielmehr an dem einen Orte diese, an dem andern jene specielle mineralogische Nutzsubstanz sich finde; sondern es hängen damit auch äußere Erscheinungen der mannichfaltigsten Art zusammen. Die eine Gegend prangt mit der üppigsten Vegetation; die Felder sind fruchtbar, überall sprudeln Quellen und Bäche; während zur Seite ein dürres Land fast ohne Vegetation, das nur kümmerlich den Bauer nährt, sich ausdehnt. Woher diese Verschiedenheit in Gegenden, die neben einander unter demselben Himmelsstriche in gleichen klimatischen Verhältnissen sich finden? Die geologische Kenntniß der Gegend wird sogleich den Schlüssel zu diesem scheinbaren Räthsel geben, und nachweisen, aus welchem Grunde hier Fruchtbarkeit und Wasserreichthum, dort Dürre und ärmlicher Ertrag sich finden. Das Studium der Structur des Bodens und die Kenntniß der besonderen Schichtentheile, die eine bestimmte Localität zusammensetzen, ist demnach durchaus nöthig, wenn man sich ein Urtheil über die Hülfsquellen eines Landes schaffen will.

§. 142. Es giebt kein besseres Hülfsmittel zur Kenntniß eines Landes, als die geologischen Karten, wo durch verschiedene Farben die Verschiedenheit der mineralogischen Bestandtheile des Bodens angegeben wird. Jedes einzelne in sich bestimmt abgegrenzte Schichtenstück, das zur Zusammensetzung der Erdrinde eingeht, oder bei Karten größerer Landstriche, wo man kleineren Maßstab anwenden muß, jede Gruppe zusammengehörender Theile ist mit einer besonderen Farbe bezeichnet, und so nicht nur die mosaikartige Zusammensetzung der Oberfläche, sondern meist auch die Nebeneinanderlagerung der einzelnen Schichten durch diese Colorirung gegeben. Letztere kann man freilich erst erschließen, wenn man schon an anderen Orten sich mit derselben vertraut gemacht hat; — einigermaßen indeß wird sie schon durch die Form der gefärbten Flecke auf der Karte klar. Bei dem ersten Blick nämlich, den man auf eine solche Karte von Frankreich oder Deutschland wirft, gewahrt

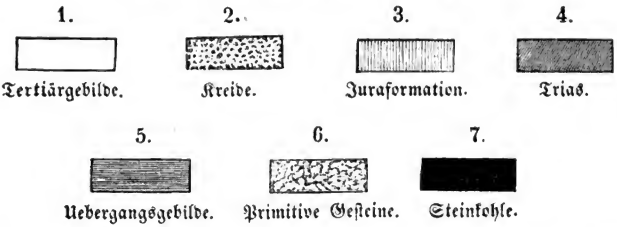
Digitized by Google

man zwei ſehr verſchiedene Geſtalten von Flecken; die einen ſind breit, mehr oder weniger rundlich, während andere Farben meiſt nur ſchmale Bänder darſtellen, welche ſich oft mehr oder weniger kreisförmig um die runden Farbenflecke umherſchlingen. Die erſteren breit angelegten Farben gehören den oberflächlichen, die bandförmig aufgetragenen den tieferen Schichten an, die nur hie und da zu Tage kommen. Auf einer Karte können natürlich nur die Ausdehnungen aufgetragen werden, welche ſich wirklich auf der Oberfläche zeigen; da aber die meiſten Schichten flächenartig über einander abgelagert ſind, ſo iſt es natürlich, daß die tieferen nur da auf der Karte ſich finden, wo ſie durch beſondere Umſtände an die Oberfläche gelangen. Es folgt demnach aus dem Anblick einer Karte noch nicht die vollſtändige Ausdehnung der einzelnen Schichten, ſondern man erhält nur die der oberflächlichſten; die Schichten, welche durch bandförmige Streifen angedeutet ſind, haben ſogar oft eine größere Ausdehnung als die oberflächlichen, indem ſie unter dieſen weggehen und auf beiden Seiten mit ihren Kanten erſcheinen. Beiſtehende Karte der Umgegend von Paris, Fig. 35, zeigt ein ſolches Beiſpiel.

Fig. 35.

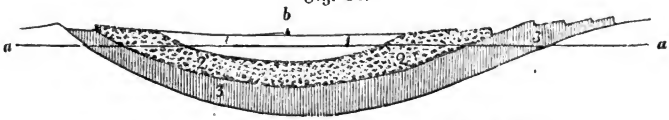


Karte des Tertiärbeckens von Paris,



In der Mitte findet sich eine Ausdehnung tertiärer Schichten, um welche herum sich ein schmaler Saum von Kreide zeigt. Die Kreide nimmt auf dem Plane nur sehr wenig Raum ein; sie ist umgeben von einem zweiten Saume jurassischer Schichten; macht man aber einen Durchschnitt des Planes, Fig. 36, so zeigt sich, daß die Kreide ein Becken bildet, auf welchem

Fig. 36.



Durchschnitt des Pariser Beckens von Ost nach West.
a. Meeresniveau. *b*. Paris

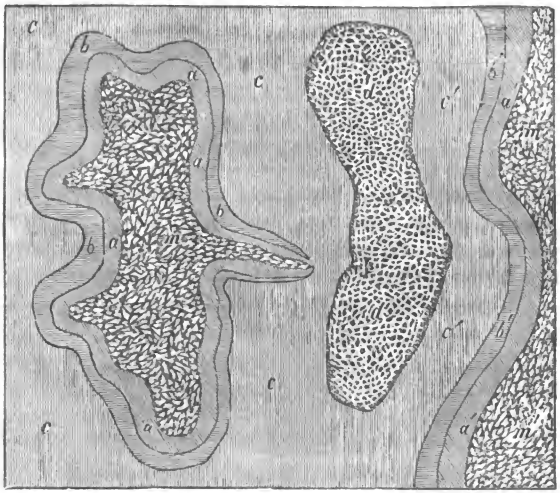
die tertiären Schichten aufgelagert sind, und daß demnach die Kreideschichten dennoch einen größeren Flächenraum einnehmen, als die tertiären, und daß die jurassischen Schichten eine zweite Schale bilden, in welcher die beiden vorgehenden Gebilde abgelagert sind.

Ein umgekehrtes Verhältniß findet bei den Bergketten Statt. Hier §. 143.
findet sich ebenfalls auf den geologischen Karten oft ein mehr oder minder elliptischer, aber doch meist bedeutend in die Länge gezogener Kern von einer gewissen Farbe vor, um welchen sich die anderen Farben in schmalen Bändern herumschlingen. Man braucht sich hier nur zu vergegenwärtigen, daß der Kern meistens aus tieferen Massen besteht, um welche sich die übrigen oberflächlicheren Schichten anlegen, um sogleich den Schlüssel zu der Beurtheilung der Karte zu finden. Während bei den Becken der ebenen Gegenden demnach der innere centrale Fleck die oberflächlichste Schicht, die umgebenden bandartigen Streifen um so tiefere Schichten darstellen, je weiter entfernt sie vom Mittelpunkte sich umschlingen, so ist dies bei den Ketten gerade umgekehrt. Der innere Fleck bezeichnet die tiefste Schicht, und je weiter ein Farbenband davon entfernt ist, desto oberflächlicher ist die Schicht, welche es bezeichnet. Auch dies wird leicht durch eine Zeichnung erläutert.

Digitized by Google

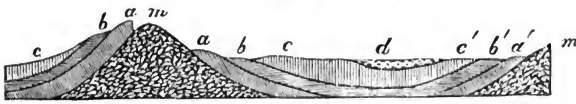
Es sei Fig. 37 eine elliptische Bergkette mit einem Centralkerne m, um

Fig. 37.



welche herum sich drei verschiedene Farbenbänder schlingen, a, b und c. In der Nähe dieser Kette sei eine oberflächliche Anhäufung von Schichten, d, in einem Becken. Entwerfen wir nun den Durchschnitt des Planes, Fig. 38, so zeigen sich die Bänder in der Ordnung $a\ b\ c$, wenn man vom Cen-

Fig. 38.



tralkerne aus nach links oder rechts geht, während sie in der Nähe des flachen Beckens in der Ordnung $c\ b\ a$ auftreten, aus dem einfachen Grunde, weil in dem letztern Falle die im Mittelpunkte erscheinenden Massen aufgelagert, in dem ersteren von innen heraus durchgebrochen sind. Auf der andern Seite, wo ein zweiter Durchbruch eines andern Kernes m' stattfindet, zeigen sich die Schichten wieder in derselben Lage und Reihenfolge diesem neuen Durchbruche gegenüber, wie bei dem Durchbruche m.

§. 144. Eine Täuschung, welcher man bei Beschauung geologischer Karten oft anheim fällt, verdient hier noch Erwähnung. Oft nämlich sieht man, namentlich bei Bergketten, schmale Ausläufer des Centralkernes weit in das Land hinein sich erstrecken, oft auch nur an einzelnen Stellen, hie und da

Digitized by Google

eine tieferen Schichten gehörende Farbe auftreten, und glaubt dann mit einer sehr verwickelten Structur zu thun zu haben. Dies ist aber oft gar nicht der Fall, sondern diese Ausläufer und schmalen Streifen deuten nur Thalrisse an, wo die oben liegenden Schichten bis auf eine gewisse Tiefe gespalten und dadurch die unterliegenden Schichten an die Außenfläche gebracht sind. Ein einfacher Berg aus einem Centralkerne und einem einzigen aufliegenden Schichtensysteme bestehend, kann auf diese Weise, wenn die Decke an mehren Stellen zerspalten ist, auf der Karte ein sehr complicirtes Ansehen annehmen.

§. 145. Der Anblick einer Karte, welche das Relief einer Gegend giebt und deren geologische Färbung zugleich die verschiedenen Massen, welche die Oberflächen zusammensetzen, wahrnehmen läßt, kann demnach schon viel zur Erkenntniß der Natur eines Landes thun; zu genauerer Anschauung aber gehören noch Profile und Durchschnitte, welche die Uebereinanderlagerung der einzelnen Schichten klar in's Auge fallen lassen. Bei Anfertigung solcher Profile aber treten eigenthümliche Schwierigkeiten hervor, auf die man leider nicht genug Rücksicht nimmt.

Unser Auge erhöht nämlich unwillkürlich die Berge, und läßt ihre Abhänge weit steiler erscheinen, als sie in der That sind. Diese Täuschung ist nicht etwa künstlich oder in unserer Einbildungskraft begründet, sondern sie liegt in der Organisation unseres Auges so sehr, daß eine Zeichnung, welche das wahre Profil eines Berges giebt, durchaus unkenntlich ist, und daß man demnach Umrisse und Zeichnungen, welche man durch mathematische Hülfsmittel oder mittelst der Camera lucida oder obscura genommen hat, nicht in ihrer wahren Gestalt vorlegen kann, sondern ihre Höhe verdreifachen und vervierfachen muß, um die Gegend Anderen kenntlich zu machen. Deshalb erscheinen auch die daguerreotypischen Platten so wenig pittoresk, die Berge im Hintergrunde so klein und unscheinbar, eben weil sie die wahren Dimensionen, nicht aber diejenigen geben, welche unser Auge unwillkürlich sich bildet. Der Aetna, den Pindar die Säule des Himmels nennt, den alle Welt als einen hohen, spitzen Kegelberg beschreibt, ist auf einem mit der dunkelen Kammer gezeichneten Umrisse durchaus unkenntlich, so gering ist seine Höhe, so sanft sein Abhang nach beiden Seiten.

§. 146. Aus diesem ganz natürlichen Verhältnisse entsteht aber ein großer Uebelstand für die geologischen Profile. Man kann diese nicht anders zeichnen, als indem man die Höhe im Verhältniß zur Basis bedeutend vergrößert, so daß meist man die zehnfache Höhe zur einfachen Basis nehmen muß. Würde man dies nicht thun, so erschienen die Profile durchaus unkenntlich, und meist sogar würde es unmöglich sein, in der Zeichnung die Verhältnisse der einzelnen Schichten zu einander darzulegen. Nun trägt man in diese einseitig verzerrten Profile die verschiedenen Schichten ein. Diese sind überall

Digitized by Google

gleichförmig dick, man macht sie also auf der Zeichnung ebenfalls gleichförmig dick. Für die Anschauung des Bildes, für seine Vergleichung mit der Natur ist das Ganze vollkommen richtig, allein es führt zu total falschen Anwendungen, und sobald auf solche Profile dann irgend eine Arbeit, die im betreffenden Boden selbst ausgeführt werden soll, gegründet wird, so führt dies zu den bedeutendsten Fehlern. Ein Beispiel möge dies erläutern. Gesetzt, man habe einen aus mehren Schichtensystemen zusammengesetzten Berg, durch welchen man einen Tunnel brechen will. Es befindet sich unter diesen Schichten Kalk, Mergel, Sand, und man will wissen, welche von diesen Schichten man antreffen wird und wie groß die Erstreckung des Tunnels in der auf den folgenden Figuren durch Schraffirung angedeuteten Mergelschicht sein wird, eine Frage, die auf den Kostenvoranschlag, ja auf die Ausführung des ganzen Unternehmens den bedeutendsten Einfluß haben muß. Wie soll sich nun der Ingenieur benehmen? Nimmt er das vom Geologen gelieferte Profil, Fig. 39, reducirt er die Höhe auf ein Fünftel, indem er die Basis beibehält, da die Höhe um das Fünffache übertrieben ist, und verfährt er auf gleiche Weise mit den Schichten, so erhält er die Carricatur Fig. 40, die zwar in ihrem äußeren Profile dem wirk-

Fig. 39.

Fig. 40.

lichen Berge entspricht, nicht aber in ihrem Inneren, denn die Schichten bilden darin natürlich Menisken, die außen viel dicker sind, als innen, was doch in der That der Fall nicht ist. Die wahre Gestalt des Berges ist die Fig. 41 angegebene, seine Structur und die Schichtenlage verhält sich so, wie in dieser Figur es gezeichnet ist. Der Tunnel wird deshalb bei *a* durch den Mergel gehen. Hätte man das Profil des Geologen ohne Weiteres benutzt, so würde man nur die in Fig. 39 angegebene Erstreckung erhalten haben, und demnach in den gröbsten Irrthum gefallen sein, indem man die Länge der Strecke, welche im Mergel verläuft, viel zu kurz angeschlagen hätte. Andererseits ist auch dem Geologen es unmöglich, sein Profil in anderer Weise darzustellen. Will er die wahren Verhältnisse, wie sie in der Natur vorhanden sind, darstellen, so gleicht das Bild, welches er giebt, dem Gegenstande durchaus nicht, und kein nachfolgender Beobachter würde den Berg erkennen, von dem man spricht; übertreibt man die Höhe, so müßte man auch die Dicke der Schichten in der Mitte übertreiben und diese als in der Höhe dickere Halbmonde aufzeichnen, was zwar dann ein auf die natürlichen Verhältnisse reducir-

Digitized by Google

bares Bild gäbe, aber dann wieder nicht der Natur gleichen würde, denn eine Zeichnung, wie die in Fig. 42 gegebene, würde wahrlich Jedermann nur für eine Carricatur halten, obgleich sie nach mathematischen Grundsätzen die einzig richtige sein würde.

Fig. 42.

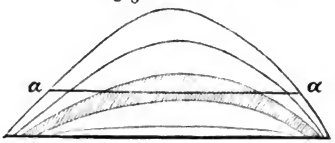


Fig. 41.

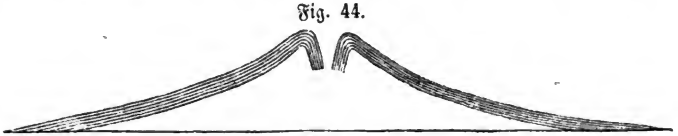
Die Gestalten, welche die Erhabenheiten auf unserer Erdrinde darbieten, §. 147. hängen meist mit ihrer inneren Structur auf das Innigste zusammen, und können danach in mehre Kategorien zerfällt werden. Dieser Zusammenhang der äußeren Form mit der inneren Structur der Gebirge ist so innig, daß ein geübtes Auge stets mit Sicherheit schon aus der Ferne die Gruppe erkennt, zu welcher die Berge gehören, und deshalb oft schon bloß aus dem Anblick ihre Zusammensetzung im Großen errathen kann.

Die eine dieser Formen ist bedingt durch die Aufschüttung loser, §. 148. unzusammenhängender Materialien. Es ist natürlich, daß die Gestalt dieser Massen einerseits nach der Größe und Trockenheit der Materialien selbst, andererseits aber auch nach der Natur der Agentien, welch sie aufschütten, bedeutend verschieden sein können. Ein frappantes Beispiel von dieser Erscheinung bieten die sandigen Meeresufer dar, Fig. 43. Dort bilden sich längs des Strandes fortlaufende Hügelreihen, deren Fuß beständig von dem Meere ab und überwaschen wird, wodurch der Sand einen Winkel erhält, der seiner Fallrichtung analog ist. Dahinter strecken sich dann die beweglichen Hügelreihen der Dünen aus, die von dem Winde bald hier, bald dort zusammengeweht, vom Wasser auf ihrer Seeseite abgespült werden, und so lange Hügelreihen darstellen, die nach dem Lande zu einen steilen, nach der See zu einen sanften Abfallwinkel besitzen. Eine ähnliche Form bieten die vulcanischen Eruptionskegel, Fig. 44, welche durch Schlacken, Asche und

Fig. 43.

Düne.

Fig. 44.



Vulcan.

Digitized by Google

feine Lapilli gebildet sind, die aus dem Schlote des Vulcanes hervorgetrieben und nach allen Seiten aufgeschüttet werden. Untersucht man einen solchen Eruptionskegel genauer, so erscheint sein Durchschnitt etwa wie wenn er aus zwei Dünen zusammengesetzt wäre, deren steile Seiten einander zugekehrt wären; die äußeren Seiten des Kegels bilden sanfte Abbachungen, welche dem Winkel entsprechen, den aufgeschüttete Massen, z. B. Getreidekörner, bilden; nach innen, an den Seiten des Kamines, sind die Schichten steiler eingestellt und bilden so successive Röhren oder Belegungsschichten um den Schlot des vulcanischen Kraters herum.

Auch in anderen Verhältnissen kommen diese Aufschüttungsformen, wenn auch nicht an ganzen Bergen, so doch an einzelnen Stellen vor. So trifft man in den Alpen und anderen Gebirgen eine Menge sogenannter Schuttkegel, wo nämlich durch Rinnen lose Materialien in die Thäler herabstürzen und dort Halbkegel bilden, die mit dem Rücken an den Felswänden anlehnen und meist verhältnißmäßig einen sehr steilen Abhang darbieten. Auf der andern Seite bilden die Flüsse und Bäche, welche in tiefere Wasserbecken, in das Meer oder in Seen fallen, solche Aufschüttungen, deren Winkel aber hier, wo die Aufschüttung in einem dichteren Stadium, nämlich im Wasser geschieht, weit geringer ist, als der in der Luft angehäuften Schuttkegel.

§. 149. Unter den Formen, welche von Gebirgen gebildet werden, die aus festen Materialien zusammengesetzt werden, kann man vier Klassen unterscheiden, die sich auf bestimmte Structur des Inneren beziehen.

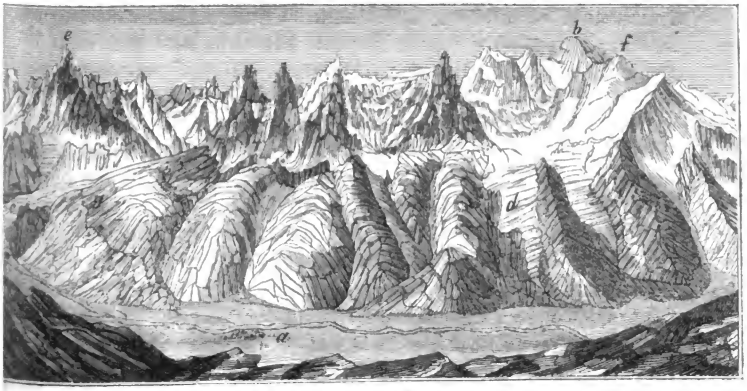
1. Gestalten, welche aus einer unbestimmten Structur des Inneren hervorgehen. Im Ganzen ist diese unbestimmte Structur selten; sie findet sich nur in ungeschichteten, krystallinischen Gesteinen, die nach allen Richtungen von Spalten durchkreuzt sind. In den meisten krystallinischen Gebirgen haben die Spalten doch eine bestimmte, gleichförmige Richtung nach einer oder mehren divergirenden Flächen; es kommt aber zuweilen vor, daß dies nicht der Fall ist und daß die ganzen Massen dergestalt zersplittert sind, daß man im ganzen Gebirge keinen Block von einigen Metern Durchmesser auffinden könnte. In solchen Fällen verwittern dann auch die mineralischen Massen äußerst leicht, und es kann dann keine abgerissene steile Form in diesen Gebirgen vorkommen, weil eben diese scharfen Absätze verwittern und zusammenstürzen. Gebirge und einzelne Berge mit solcher unbestimmter innerer Structur bilden mehr oder minder hohe rundliche Kuppen mit gefälligen Begrenzungslinien, aber wenig pittoresken Formen; meist stehen sie in gewissen Richtungslinien zu einander und bieten dann aus der Ferne den Anblick hinter einander gestellter Maulwurfshügel dar. Die Vogesen bieten in vielen ihrer Gipfel solche Berge dar und der gesunde Volkssinn hat diese eigenthümliche Gestalt scharf erfaßt, indem er diesen Bergen der Vogesen den bezeichnenden Namen der Belchen (Ballons)

Digitized by Google

beigelegt hat. Ihre rundliche Kuppenform verdient in der That mit einem Ballon verglichen zu werden.

2. Gestalten, welche aus tafelförmiger Absonderung ihrer bildenden Masse hervorgehen. §. 150. In den meisten Gebirgen, welche aus ungeschichteten, krystallinischen Massen gebildet sind, finden sich doch besondere Spaltflächen, die vorzugsweise nach einer speciellen Richtung gelegt sind und so eine tafelförmige Absonderung bedingen. Verwittert das Gebirge, so lösen sich diesen Richtungslinien zufolge die Stücke in gewaltigen breiten, mehr oder weniger dicken Massen ab, wie dies bei den meisten Granit- und Gneißgebirgen der Fall ist. Sind nun diese Tafeln mehr oder minder senkrecht aufgerichtet, und noch obenein aus festen, schwer verwitternden Massen gebildet, so entstehen daraus die wunderlichsten, kühnsten Formen, wie dies namentlich in den Alpen auf das Schönste hervortritt. Die Aelpler unterscheiden auch diese Formen durch besondere Namen: Hörner, Stöcke, Aiguilles, Dents, weil sie in der That mit diesen Gegenständen große Aehnlichkeit darbieten. Laufen diese scharfen Tafeln in langer Linie fort, wie denn die Richtungslinien der Absonderung meist in bestimmter Beziehung zu der Axe der Bergkette selbst stehen, so werden dadurch scharfe Kämme oder Gräten gebildet, welche, von der Seite gesehen, wie spitze Pyramiden aussehen. In anderen Fällen sind diese Kämme zerrissen, der größte Theil zerstört und dann bleibt nur eine einfache Nadel übrig, die wie ein Zahn in die Luft steht. Am Montblanc (Fig. 45) namentlich tritt

Fig. 45.



Kette des Montblanc vom Breven aus.

a. Chamouni. b. Montblanc. c. Mer de glace. d. Bossons-gletscher. e. Aiguille verte. f. Dôme du Goute. g. Montanvert.

diese letztere Form deutlich hervor, während in den Berner Alpen mehr die

Digitized by Google

langen Kämme oder Gräten ausgebildet sind. Die kühnen Gestalten und scharfen Linien, wodurch die Gebirgsformen dieser Klasse in pittoresker Hinsicht sich so sehr auszeichnen, hängen hauptsächlich von der Zusammensetzung ihrer Masse ab, die den atmosphärischen Einflüssen sehr kräftig widersteht, nur sehr wenig verwittert und deshalb stets frische Brüche und scharfe Winkel darbietet. Da, wo dieser Widerstand gegen den zerstörenden Einfluß der Atmosphäre geringer ist, da treten auch an den verwitternden Gesteinen solche scharfe Formen nicht hervor, weil sie bald zerstört werden und in gefälligere sanftere Formen übergehen.

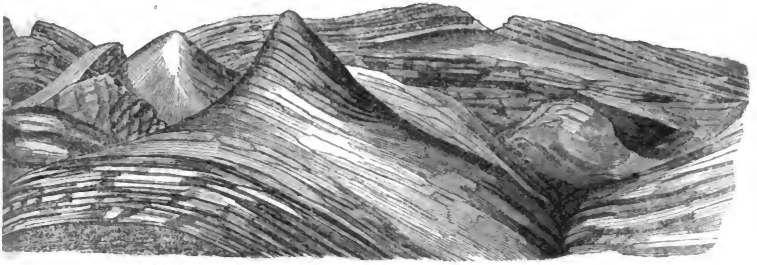
§. 151. 3. Gestalten, aus prismatischen Absonderungsflächen der bildenden Masse hervorgegangen. Solche Formen kommen im Vergleich zu den vorhergehenden nur äußerst selten und nur bei Massen vor, welche in völligem Fluß gewesen und regelmäßig erkaltet sind. Die Basalte bieten das prägnanteste Beispiel dieser Formen. Sie sind alle in senkrechte Prismen zerschnitten, welche meist sechsseitig sind, oft aber, bei mehr oder minder regelmäßiger Abkühlung, nur dreiseitig, manchmal selbst neun- und zehnseitig sind. Es ist leicht nachzuweisen, daß ein regelmäßig sich abkühlender feuriger Strom in solche Prismen bei der Erkältung sich zerspalten muß. Meist haben diese Basaltprismen 40 bis 60, oft aber auch mehre hundert Centimeter Dicke und sie bieten zuweilen so regelmäßige natürliche Säulenreihen, daß das Volk sie mit dem Namen »Orgelpfeifen« belegt, ein Ausdruck, der in der Ferne ziemlich richtig ist, in der Nähe aber von seinem Werthe verliert, da die einzelnen Säulen nicht runde Cylinder, sondern eckige Prismen bilden. Die Basalte im Ganzen bilden entweder rundliche Kuppen mit oft senkrechten seitlichen Abstürzen, oder aber lange fast horizontale Linien; — immer aber stehen die Prismen mehr oder weniger senkrecht auf der Grundfläche. Beispiele solcher prismatischen Absonderungen im Großen finden sich in allen Gegenden, wo alte Vulcane anzutreffen sind, und die Jedermann bekannte Fingalshöhle auf Staffa bildet eine der vorragendsten Erscheinungen dieser Art.

4. Gestalten, welche eine Folge der Schichtung sind. Diese Formen sind ohne Zweifel die häufigsten und mannichfaltigsten, da nicht nur die Schichtung selbst, sondern auch die Consistenz der Schichten, ihr Wechsel unter einander und ihre Lagerung in mehr oder minder horizontaler Lage die mannichfaltigsten Gestaltenwechsel herbeiführen können. Indessen lassen sich alle diese Gestalten, so mannichfaltig sie auch sein mögen, auf die gerade Fläche wieder zurückführen; alle noch so verschieden gestalteten Schichten und Blätter lassen sich entfalten, entwickeln, und keine Gestalt giebt es, die nicht dieser Entfaltung fähig wäre; aus dem einfachen Grunde, weil alle Schichten anfangs horizontale Flächen bildeten und erst später durch verschiedene Ursachen in die verwickelten Lagen gebracht wurden, in

Digitized by Google

welchen wir sie jetzt sehen. So erscheinen in der beiliegenden Skizze des Thales von Bärschwyl sehr mannichfache Formen, die sich aber bei genauerer Betrachtung als durchaus abhängig von der Schichtung zeigen (Fig. 46).

Fig. 46.



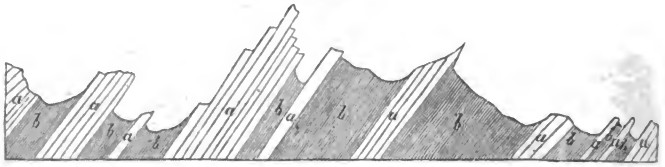
Gegend von Bärschwyl im Solothurner Jura.

Auf den ersten Blick erscheint die Schichtung übereinstimmend mit der tafelförmigen Absonderung, allein im Grunde ist dies nicht dasselbe. Die Sprungflächen bei den tafelförmigen Absonderungen erscheinen zwar parallel, entsprechen sich aber unter einander nicht, so daß die ganze Masse dennoch ein zusammenhängendes Ganze bildet. Die Schichten aber sind durchweg getrennt, so weit man sie auch verfolgen mag, und oft bedecken sie ausgedehnte Strecken. Zudem behält eine Schicht in ihrer Flächenerstreckung fast stets die nämliche Dicke und auch fast genau dieselbe Zusammensetzung bei, so daß man oft in stundenweiter Erstreckung dieselbe Schicht an ihren einzelnen Kennzeichen wieder erkennen kann. Wenn indeß auf diese Weise die Schicht in sich denselben Charakter im Allgemeinen unverändert festhält, so folgt daraus nicht, daß verschiedene Schichten, die zu demselben Systeme gehören und über einander liegen, auch dieselbe Zusammensetzung und Dicke besäßen. Hier herrschen im Gegentheile die größten Verschiedenheiten, und es ist durchaus nichts Ungewöhnliches, dicke, feste, unverwitterbare Kalkschichten zum Beispiel auf dünnen, blättrigen Schiefern, auf Lehm oder Mergel aufliegen zu sehen, oder auch in mehrfachem Wechsel Kalksteine, Sand, Mergel und wie alle die verschiedenen Modificationen heißen mögen, zu finden und Schichten von der Dicke eines Meters und mehr mit papierdünnen Ablagerungen wechselnd zu beobachten. Diese Verschiedenheit in der Dicke der Schichten und in ihrem Widerstande gegen die zerstörenden Einflüsse der Atmosphäre bedingt schon die mannichfachsten Formgestalten. Oft, wenn die Schichten emporgerichtet sind, bilden sich durch Verwitterung mehr oder weniger dicker Zwischenlager seltsame, scharf ausgezackte Formen, indem die festeren Schichten stehen bleiben; so wie z. B. die in dem bei-

Digitized by Google

stehenden Profile ausgedrückte Gestalt, wo *a* die festen, schroff bleibenden Schichten, *b* die lockeren und ausgewaschenen Zwischenschichten bezeichnet.

Fig. 47.



§. 153. In solchen Fällen können die auf diese Weise hergestellten Formen sehr denjenigen ähnlich werden, welche aus tafelförmiger Ablagerung der Gesteine hervorgehen; indessen herrscht hier immer noch der Unterschied, daß bei den geschichteten Gesteinen selten die Querrisse vorhanden sind, wodurch Nadelgestalten entstehen, sondern daß dann die Felsen lange fortziehende Kämme bilden. Auch in den Thalwänden wird durch diese verschiedene Festigkeit der einzelnen über einander liegenden Schichten eine große Mannichfaltigkeit bedingt. Feste, unverwitterbare Schichten werden in Thalrissen schroffe, reine Ecken und Brüche darbieten, wie Fig. 48, während Schichten, die leicht verwittern, mehr oder minder sanft abschüssige Gefälle darbieten, wie Fig. 49. Wechseln beide Art Schichten mit einander ab, so entstehen terrassenartige Wände, Fig. 50, wo steile, treppenartige Absätze (festere Schichten *a*) mit schiefen Abhängen (verwitterten Schichten *b*) wechseln.

Fig. 48.

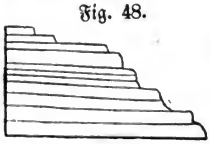


Fig. 49.

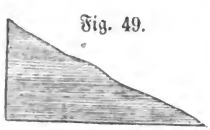
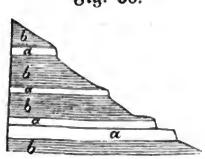


Fig. 50.



§. 154. Nicht nur in den Gebirgen aber, sondern auch in den Ebenen hat die Schichtung den bedeutendsten Einfluß auf die Gestaltung des Bodens. So finden sich in den meisten Gegenden die Plateau's durch quere Abstürze der Schichten geendet, die Thäler durch die Begrenzungen der Schichten selbst bedingt und die verschiedenen Zustände der Stratification lassen schon von vornherein auf das Relief des ebenen Landes schließen. Die Thäler, welche die Ebenen durchziehen, laufen entweder längs der Grenzen der einzelnen Schichten hin, oder aber sie sind dadurch entstanden, daß an einzelnen Stellen die oberen Schichten entfernt, ausgewaschen oder durchbrochen sind. Das Relief des Bodens im ebenen Theile von Frankreich, Deutschland, Rußland ist einzig durch diese scheinbar unbedeutenden Verhältnisse

Digitized by Google

des Schichtenwechsels bedingt. Darum sind es auch vorzugsweise die Flußthäler in den Ebenen, welche der Geologe aufsucht, wie die Durchbrüche und Steingruben in den Bergen, weil er in ihnen die Schichten in ihrer bestimmten Aufeinanderlagerung erblicken und oft in den Ebenen von wenig erhöheten Punkten aus bis in unabsehbare Fernen hin verfolgen kann.

Zweites Kapitel.

Lithologie.

§. 155. Wenn es gewiß ist, daß die Erdrinde aus verschiedenen mosaikförmig in einander gefügten oder über einander gelegten Stücken besteht, die in ihrer ganzen Ausbreitung sich so ziemlich in ihrer Zusammensetzung gleich bleiben, dagegen oft unter einander bedeutend verschieden sind, so erscheint es von der ersten Nothwendigkeit, diesen einzelnen Stücken Namen zu geben, welche eine bestimmte Bedeutung haben und die sich stets auf eine und dieselbe Art Gesteine beziehen. Die Benennung der Steine war schon weit früher in Anwendung, als man nur an Geologie oder Mineralogie dachte; ehe man noch einen Krystall oder eine Mineralspecies kannte, nannten schon Maurer und Architekten die verschiedenen Baumaterialien, welche sie unter den Händen hatten, mit Namen, welche für dieselben bezeichnend waren und deren viele auch aus dem Volksgebrauche in die Sprache der Wissenschaft übergegangen sind. Die Lithologie oder die Kenntniß der Gesteine, welche die Erdrinde zusammensetzen, ist demnach ein wesentlicher Theil der Geologie. Sie ist wesentlich verschieden von der Mineralogie, welche sich nur mit den einzelnen Arten der Mineralien und deren Beschreibungen befaßt. Die Gesteine aber, welche das Grundmaterial der geschichteten und ungeschichteten Felsarten bilden, aus welchen unsere Erdrinde vom geologischen Gesichtspunkte aus zusammengesetzt ist, diese Gesteine oder Felsarten (franz. Roches) sind meistens keine einfachen Mineralien, sondern aus mehren einfachen Mineralien zusammengesetzt, und es ist wichtig, die Felsarten ihren äußeren Kennzeichen nach zu unterscheiden und zu ordnen, ganz so wie man auch die Mineralien nach ihren Kennzeichen geordnet hat. Es giebt einzelne Mineralspecies, welche auch für sich allein Felsarten bilden können, wie z. B. der kohlensaure Kalk; allein man kann erst dann eine solche Bildung als Felsart bezeichnen, wenn sie wirklich mit bedeutenden Massen in die Bildung der Erdrinde mit eingreift, wenn sie in

Digitized by Google

der That ein wesentliches Element der Erdrinde darstellt. Die Felsarten nach den einzelnen Mineralien, welche in ihre Zusammensetzung eingehen, bestimmen und studiren zu wollen, ist hauptsächlich deshalb unstatthaft, weil eben die meisten dieser Felsarten aus mehren derselben gemengt sind, und viele ihrer Eigenschaften gerade ihrer Mengung verdanken. Bekanntlich ändern sich nämlich die physikalischen, wie chemischen Eigenschaften der einzelnen Substanzen oft außerordentlich durch die Mengung mit anderen Körpern. Salze, welche durch ein gewisses Reagens vollkommen gefällt werden, zeigen in Gegenwart von anderen Substanzen in derselben Auflösung keinen Niederschlag; in anderen Fällen werden Stoffe, die nicht gefällt werden sollten, dennoch durch die Gegenwart einer andern Substanz, welche sich niederschlägt, mit niedergerissen. Manche Körper sind fast unschmelzbar; mit anderen gemengt, erhalten sie einen weit niedrigeren Schmelzpunkt. Ganz dasselbe ist der Fall mit den einzelnen Felsarten; sie haben Eigenschaften, welche ihnen nur in ihrem bestimmten Zustande als gemengte Körper zukommen und welche man unmöglich aus den einzelnen Gemengtheilen, den Eigenschaften der einzelnen Mineralspecies, welche die Felsart zusammensetzen, herausconstruiren könnte. Man hat der Lithologie eben aus dieser Zusammensetzung der Materialien, womit sie sich beschäftigt, einen Vorwurf machen wollen, allein mit großem Unrechte, da in allen Naturwissenschaften ähnliche Zweige vorkommen, die sich nothwendiger Weise mit den Eigenschaften gemengter Körper beschäftigen müssen, und das Meer, die Atmosphäre, das Blut und so viele andere Körper, mit deren Studium die Wissenschaft sich beschäftigt, sind nur natürliche Mengungen gewisser einfacher Bestandtheile, denen aber eben als Mengungen Eigenschaften zukommen, welche durchaus eigenthümlich sind.

§. 156. Die Felsarten verdanken demnach viele ihrer Eigenschaften gewissen physischen Bedingungen, welche bei ihrer Entstehung obgewaltet haben, und durch welche die specielle Mengung der einzelnen einfachen Mineralien, aus welchen sie zusammengesetzt sind, bewirkt wurde. Allein auch selbst wenn sie aus einfachen Mineralien bestehen, selbst in diesem Falle bieten sie je nach den physikalischen Bedingungen ihrer Bildung ziemlich bedeutende Verschiedenheiten dar, welche mehr oder weniger ganz unabhängig von ihrer chemischen Constitution sind. So bildet z. B. der kohlensaure Kalk je nach den Verhältnissen, unter welchen er gebildet wurde, und je nach den Einwirkungen, denen er später ausgesetzt war, sehr wesentliche Verschiedenheiten dar. Es verhalten sich überhaupt die Felsarten zu den einfachen Mineralien etwa wie die reinen chemischen Elemente zu den Kunstproducten. Eisen ist immer Eisen; allein je nachdem es gewalzt, gehämmert, gegossen ist, erlangt es sehr verschiedene Eigenschaften, welche Derjenige, welcher sich speciell mit dem Eisenhandel oder seiner Verarbeitung beschäftigt, auf den ersten Blick

Digitized by Google

erkennt. Ganz auf ähnliche Weise verhält es sich mit den Felsarten; der Geologe muß sie erkennen können, muß bestimmte Zeichen haben, woran er sie erkennt, bestimmte Namen besitzen, woran sich feste Begriffe knüpfen. Werner hatte seiner Zeit der Wissenschaft einen außerordentlichen Dienst geleistet, indem er eine bestimmte Nomenclatur einführte, die bald allgemein angenommen wurde, da Werner seiner Zeit förmlich der Dictator der Wissenschaft war. Es wäre zu wünschen, daß die Geologen auch jetzt über den Begriff, den sie mit einzelnen Worten verbinden, sich vollkommen einigen möchten.

§. 157. Wir haben in dem Vorigen die Structur der Felsmassen im Großen betrachtet, wie man sie nur in der Natur sehen oder an Modellen und reliefartigen Darstellungen, nicht aber an Handstücken in den Sammlungen demonstriren kann; — es bleibt noch übrig, die Structur der Felsarten an sich zu untersuchen. Man kann dies nach zwei Richtungen hin thun; entweder indem man die Spaltflächen in das Auge faßt, nach welchen sich die Felsarten abtrennen, oder aber, indem man sie je nach den verschiedenen Aggregationszuständen eintheilt, in welchen sich die einzelnen Elemente der Felsarten zeigen.

I. Theilungsstructur der Felsarten. Man findet meist beim Zerschlagen der Gesteine mit dem Hammer, daß sie vorzugsweise nach gewissen Flächen springen, welche durch die Natur ihrer Zusammensetzung selbst bedingt sind und sich stets in derselben Weise wiederholen. Die Structur, welche sich auf diese Weise zeigt, nennen wir die Theilungsstructur und unterscheiden folgende Arten.

§. 158. 1. Die schiefrige Structur. In allen Gesteinen, welche diese Structur zeigen, findet sich nur eine einzige Flächenrichtung, nach welcher die Stücke in parallele Blätter aus einander springen. Diese Zerspaltung in stets feinere und feinere Blätter hat in den ächten Schiefern eigentlich gar keine Grenze; so dünn auch die Blättchen sind, in welche man sie theilt, stets lassen sie sich noch in feinere zerlegen, und nur die Zerbrechlichkeit der Blättchen gebietet endlich der weiteren Zerstückelung Halt. Man hat alle Gesteine, welche diese eigenthümliche Structur darbieten, unter dem Namen Phylladen zusammengefaßt, und obgleich man diesen Namen auch weiter auf alle Gesteine ausdehnen wollte, die auch nur entfernt schiefrige Structur besitzen, so wird es dennoch besser sein, ihn künftig nur auf Schiefer auszudehnen, die wirklich, wie die Dachschiefer, bis in's Unendliche theilbar sind, während man die schiefrige Structur im Allgemeinen auch Felsarten zuerkennt, welche nur begrenzt theilbar sind.

Auf den Brüchen der Felsarten, welche schiefrige Structur darbieten, unterscheidet man schon feine parallele Linien, welche die in dieser Richtung gelegten Spaltflächen anzeigen. Die Blätter selbst, in welche diese Fels-

Digitized by Google

arten zerfallen, sind ihrer Natur nach äußerst verschieden; meistens sind sie parallel und gerade, so daß es leicht hält, die Masse zu spalten; oft aber sind sie auch gewunden, in sich gefaltet, und dann hält es oft schwer, die einzelnen Blätter von einander zu trennen. Man hat in neuerer Zeit oft den Fehler begangen, die schiefrige Structur der Felsarten mit der Schichtung zu verwechseln und beide als eine und dieselbe Erscheinung zu behandeln. Dies ist eine durchaus falsche Vorstellung, welche sich leicht in der Natur durch Thatsachen widerlegen läßt. Schieferung und Schichtung sind durchaus unabhängig von einander; es kommt nicht selten vor, daß die Schieferungsebene einer Felsart senkrecht auf der Schichtungsebene derselben steht und daß mithin die Blätter, in welche sich das Gestein theilt, senkrecht stehen, während die Schicht im Ganzen horizontal liegt. Beide sind indeß leicht von einander zu unterscheiden; die Schichtung hat bestimmte parallele Absonderungen, welche Stücke von bestimmter Mächtigkeit trennen; außer diesen Schichtabsonderungen, die freilich oft sehr nahe gerückt sein können, giebt es keine parallele Absonderungsflächen. Bei der schiefrigen Structur aber wiederholen sich diese parallelen Absonderungen bis in's Unendliche und gerade diese unbegrenzte Theilbarkeit in einer Richtung macht den Charakter der Schieferstructur aus, der freilich in einzelnen Fällen mehr oder minder ausgebildet sein kann.

2. Die pseudo-reguläre Structur. Man findet oft Gesteine, welche in dünnen Schichten oder auch als blättrige Schiefer abgelagert sind, und in welchen sich Spaltenrichtungen finden, die einander ziemlich parallel gehen, so daß dadurch regelmäßige polyedrische Stücke gebildet werden, welche einigermaßen Krystallen ähnlich sehen. So trifft man nicht selten dünngeschichtete Kalksteine, in welchen zwei Spaltrichtungen ziemlich regelmäßig sich wiederholen, die in schiefen Winkeln einander treffen und so sich in rhomboidale Tafeln ablösen. Ein Gleiches findet oft bei den Dachschiefern Statt. Man hat früher auf diese Structur großes Gewicht gelegt und von vielen Seiten her sie sogar mit der Krystallisation verglichen, obgleich beide Erscheinungen durchaus nichts mit einander gemein haben. Bei der Krystallisation sind die Winkel, unter welchen die Flächen zusammentreffen, durchaus constant und nur sehr leichten, mathematisch bestimmbaren Abweichungen unterworfen, während bei der pseudo-regulären Structur diese Winkel durchaus unbeständig sind und die Spaltflächen nie so genau parallel erscheinen, daß ein Stück vollkommen dem andern gleich wäre.

§. 159. 3. Die unbestimmte Structur. Die Spaltflächen haben bei den Felsarten, welche zu dieser Gruppe gehören, von welcher der Granit und der compacte Kalkstein den Typus bilden, durchaus nichts Regelmäßiges; sie kreuzen sich unter allen möglichen Winkeln, und die Stücke, welche aus der Zertrümmerung hervorgehen, zeigen durchaus keine bestimmbare Gestalt.

Digitized by Google

II. Aggregationsstructuren der Felsarten. Alle Arten von §. 160.
Structuren, welche aus dem verschiedenen Aggregationszustande der bilden-
den Moleküle hervorgehen, gehören in diese Abtheilung, die man wieder in
zwei große Gruppen zerlegen kann, nämlich primitive einfache Structuren
und combinirte, secundäre Structuren.

a. Einfache, primitive Structuren.

1. Granitische Structur. Das ganze Gestein besteht aus einer §. 161.
Ansammlung von Krystallen verschiedener Substanzen, die sich zusammen
gebildet haben und deshalb sich wechselseitig durchdringen. Der Typus die-
ser Structur ist der Granit, eine Zusammensetzung aus drei verschiedenen
Substanzen, Quarz, Feldspath und Glimmer. Alle diese verschiedenen Mi-
neralien haben sich zu gleicher Zeit und mit einander krystallisirt, so daß die
Krystalle einander wechselseitig durchdringen und sich gegenseitig in ihrer
Entwickelung hemmen. Man findet Blätter von Glimmer, die durch Feld-
spathkrystalle mitten durchstoßen werden, andere, welche sich in Quarzpartikeln
eingebohrt haben, und im Allgemeinen ist diese wechselseitige Durchdringung so
bedeutend, daß die einzelnen Mineralien, die den Granit bilden, nur schwer
und mit Mühe zu erkennen sind. Diese Anordnung ist aber zugleich ein
Beweis, daß die Krystalle sich zu einer und derselben Zeit gebildet und daß
nicht die einzelnen Bestandtheile sich erst später nach der Krystallisation zu-
sammengebacken haben, denn in diesem letzteren Falle würde nur eine Juxta-
position, nicht aber ein Ineinanderwachsen der Theile stattgefunden haben.
Oft erscheint die eine oder andere der bildenden Substanzen fast amorph im
Verhältniß zu einer dritten, welche sich in bedeutenderen Krystallen entwickelt
hat, und man unterscheidet hiernach mehr oder minder grobkörnigen oder
feinkörnigen Granit.

2. Gebänderte Structur. Den Prototyp dieser Structur zeigt §. 162.
der Agath. Man sieht darin Bänder von verschiedener Farbe, meist pa-
rallel unter einander geordnet, deren Grenzen nicht durch Absonderungs-
flächen von einander getrennt sind, sondern die vielmehr an ihren Rändern
in einander übergehen, mit einander verschwimmen. Da wo diese Structur
rein vorhanden ist, erscheint die Grundmasse des Gesteines durchaus homo-
gen; zuweilen aber, wie namentlich in dem Gneiß, verbindet sie sich mit
der granitischen Structur in der Beziehung, als die Grundmasse krystalli-
nisch wird und nun einzelne, durch dunklere oder hellere Farbe ausgezeich-
nete Bestandtheile sich in Bändern gegenseitig absondern.

3. Gekreuzte Structur. Ist eigentlich nur eine Abart der ge- §. 163.
bänderten Structur, unterscheidet sich aber dadurch von derselben, daß die
Streifen von verschiedener Farbe nicht parallel unter einander laufen, son-
dern sich in verschiedenen Winkeln kreuzen, so daß meistens hier und da

Digitized by Google

compactere Kerne zu existiren scheinen, um welche die Bänder und Streifen herumgehen, sie umschreiben und, nach allen Richtungen Fortsätze aussendend, gleichsam ein Netz bilden, dessen Maschen durch Substanzen von verschiedener Farbe ausgefüllt sind. Der Marmor bietet das beste Beispiel dieser Structur dar.

§. 164. 4. Porphyr-Structur. In einer amorphen, gleichförmigen Grundmasse liegen einzelne Krystalle zerstreut. Diese Krystalle können mehr oder minder entwickelt sein; sie zeigen aber stets scharfe Winkel und Flächen. Auch die Grundmasse ist zuweilen mehr oder minder körnig, doch nie so stark, daß die einzelnen Körner getrennt werden konnten, und da, wo diese Structur recht rein ausgebildet ist, erscheint sie durchaus homogen und gleichförmig. In den meisten Porphyren kommt nur eine Art von Krystallen vor; in einigen aber giebt es zwei oder drei Species von krystallisirten Mineralien, welche in der Grundmasse zerstreut sind.

§. 165. 5. Mandel-Structur. In einer homogenen, gleichförmigen Grundmasse sind rundliche oder eiförmige Kerne zerstreut, die etwa aussehen, wie Rosinen in einem Kuchen. Der Unterschied von der Porphyr-Structur besteht darin, daß die in der Grundmasse zerstreuten Körper hier rundlich, bei jener krystallinisch sind. Es finden sich freilich Uebergänge und man stößt zuweilen auf Gesteine, welche hier porphyrische, dort Mandelstructur zeigen, indeß sind diese Beispiele doch selten und meistens nur dann zu finden, wenn durch irgend eine Ursache die Krystalle in den Porphyren sich abgerundet haben und keine scharfen Ecken mehr zeigen. Man hat bei diesen Mandelgesteinen je nach dem scheinbaren Ursprung der Mandeln verschiedene Untergattungen aufzustellen gesucht. So hat man Mandelgesteine mit gleichzeitigen Kernen unterschieden, wo die Kerne in der That in derselben Zeit gebildet scheinen, als die Grundmasse, mit welcher sie theilweise zusammenhängen. Die Kerne bieten dann eigentlich nur härtere Knoten im Inneren der Grundmasse, von der sie nicht viel verschieden sind. In anderen Mandelgesteinen erscheinen die Kerne fast offenbar späteren Ursprunges. Die Grundsubstanz scheint in solchen Gesteinen zellig gewesen zu sein, und in diese Zellen hat sich dann später, wie es scheint, eine andere Substanz eingedrängt, welche die Kerne bildete, die zuweilen in solchen Gesteinen eine sehr complicirte Gestalt und Structur haben. In anderen Mandelgesteinen endlich ist der Zusammenhang der Entstehung von Grundmasse und Kern so ziemlich zweifelhaft.

§. 166. 6. Mergel-Structur. Alle Felsarten, welche eine durchaus gleichförmige Masse darbieten, welche mit Wasser gemengt einen knetbaren Teig bilden, gehören in diese Gruppe. Diese Gesteine oder Erdarten enthalten meist viel Thonerde in ihrer Zusammensetzung, und gerade dieser Gehalt an Thonerde ist es, der ihnen die Fähigkeit verleiht, einen knetbaren Teig zu bilden.

Digitized by Google

7. Schlacken-Structur. Es gehören hierher alle jene blasigen, zelligen Gesteine, welche in feuerflüssigem Zustande gewesen und dann beim Erkalten diese porösen Massen gebildet haben. Man unterscheidet, je nach der Größe und Festigkeit der Fragmente, Laven, Schlacken, Lapilli und vulcanische Asche; Bezeichnungen, die sich nur auf die mechanische Zertheilung, nicht aber auf die chemische Zusammensetzung dieser Gesteine gründen. Diese bleibt dieselbe etwa in den einzelnen Stücken und ist auch stets eine sehr bestimmte, indem sie natürlich eine Combination darbieten muß, welche in feurigen Fluß gerathen kann. Es soll damit nicht gesagt sein, daß alle vulcanischen Auswürfe dieselbe chemische Structur haben müssen; weit entfernt; allein diese Zusammensetzung muß innerhalb bestimmter Grenzen sich halten, die durch die Natur der Entstehung dieser Steine gegeben sind.

8. Sandstein-Structur. Körner von mehr oder minder bedeu- §. 168.
tender Größe sind durch eine davon verschiedene Grundmasse zusammen zu einem Ganzen verklebt. Hier können sich die verschiedensten Verhältnisse zusammenfinden; immer aber bleibt der Hauptcharakter, daß die Körner vorher lose existirten und daß sie später erst durch eine verbindende Masse, einen förmlichen Mörtel, zu einem Ganzen zusammengebacken wurden. Bei großen, mehr oder minder runden Körnern nennt man diese Gesteine Puddinge, ein Name, dessen malerische Richtigkeit nicht in Abrede zu stellen ist. Es giebt Puddinge, wo die eingebackenen runden Körper bis zu einem Meter und mehr Durchmesser haben; andere, wo die Körper nur so groß wie Hanfkörner sind; bei einigen ist die Bindemasse krystallinisch, bei anderen mehr homogen. Sind die eingebackenen Stücke eckig, so heißen die Gesteine Breccien; endlich, wenn die Körner förmliche Sandkörner sind, fast alle von der gleichen Größe, so heißen die Gesteine Sandsteine. Es finden sich alle möglichen Uebergänge von dem losesten Sande bis zu dem festesten Sandsteine, und diese Uebergänge sind einzig und allein in der Festigkeit der Bindemasse begründet; diese ist bald sehr weich, incohärent, und leicht verwitternd, in anderen Fällen wieder sehr hart und fest. Jedenfalls bleibt der eigenthümliche Charakter der Sandsteine darin begründet, daß, wie auch Körner und Bindemasse sich verhalten mögen, erstere vorher lose waren und erst später durch die Bindemasse zu einem Ganzen vereinigt wurden.

b. Secundäre, combinirte Structuren.

1. Porphyrartige Granite sind sehr häufig. Der eine oder an- §. 169.
dere Bestandtheil sinkt dann in solchen Gesteinen ganz in den amorphen Zustand zurück, während die Krystalle sich einseitig entwickeln und manchmal selbst eine Größe von ein und mehr Fuß Durchmesser darbieten. Oft ist selbst in diesen Graniten die Grundsubstanz nicht so ganz amorph und

Digitized by Google

homogen, wie in den ächten Porphyren, sondern sehr fein krystallinisch; aber im Vergleich zu den großen Krystallen, die darin zerstreut sind, erscheint sie immer ziemlich gleichförmig.

2. Granitische Mandelsteine sind bei weitem seltener, indeß trifft man doch noch zuweilen solche Gesteine, welche eine ganz den Graniten gleichkommende Zusammensetzung zeigen, wo aber die einzelnen Bestandtheile concentrisch in Ringen um einen gewissen Mittelpunkt oder Kern gruppirt sind.

3. Porphyrische Mandelgesteine sind bei weitem häufiger und in vielen Porphyren trifft man Stücke an, wo inmitten einer homogenen Grundsubstanz, innerhalb welcher Krystalle zerstreut sind, auch zugleich mandelartige Concretionen sich finden, um welche dann die porphyrische Masse wie um Mittelpunkte sich lagert.

§. 170. Ueberhaupt ist in Hinsicht aller dieser einzelnen Abtheilungen zu bemerken, daß keine derselben einen ganz scharf und genau begrenzten Begriff einschließt. Alle einzelnen Definitionen von Felsarten müssen im Gegentheil, wenn sie der Natur entsprechen sollen, eine gewisse Elasticität besitzen, da in der Natur die mannichfachsten Uebergänge zwischen den verschiedenen Gestalten und Structuren sich finden. Die Kunst bei der Classification der Felsarten besteht nicht darin, so viele Abtheilungen als möglich zu machen und die einzelnen Unterscheidungen bis in's Feinste auszuspitzen — man könnte sonst fast aus jedem Steine eine besondere Felsart machen — sondern vielmehr große Abtheilungen aufzustellen, welche den in der Natur vorhandenen, im Großen ausgebildeten Massen möglichst entsprechen und dadurch im Kleinen das Bild wiederholen, welches die Natur im Großen uns bietet.

§. 171. Die Lithologie ist das nothwendige A B C des Geologen, ohne Kenntniß der Felsarten ist er häufig den gröbsten Irrthümern ausgesetzt; es ist deshalb nöthig, daß er nicht nur ihre Structur im Großen und Kleinen, sondern auch ihre Zusammensetzung aus den einfachen Mineralien, welche sie bilden, genau kenne. Hier bieten sich freilich manche Schwierigkeiten dar. In den Gesteinen selbst finden sich die einzelnen Mineralspecies nicht so entwickelt vor, wie in den Proben, die wir in Sammlungen und Cabinetten aufbewahren; sie sind in ihrer Krystallisation gehemmt, gedrückt und oft nach allen Seiten hin so unkenntlich gemacht, daß es äußerst schwer hält, auch für einen geübten Mineralogen, sie wieder zu erkennen. Dazu kommt noch, daß sie meist nur sehr klein, oft nur dem bewaffneten Auge sichtbar sind, was ihre Kenntniß noch mehr erschwert. Nichts desto weniger erlangt der Geologe bald durch Uebung, durch mannichfaches Studium der Felsarten sowohl in Sammlungen als in der Natur einen sicheren Tact, der ihn nach gewissen empirischen Kennzeichen leitet, so daß er auf der Stelle

Digitized by Google

die einzelnen Felsarten wieder erkennt. Diese Kennzeichen lassen keine wissenschaftliche Classification zu; sie sind rein empirisch und oft auf unbedeutende Merkmale gegründet; aber so gut wie der Tischler das Holz einer jeden Baumart, der Köhler die Kohlen eines jeden Holzes erkennt, ohne daß man darum die Bäume nach den Hölzern oder nach den Kohlen, die sie liefern, classificiren könnte, so gut muß auch der Geologe durch häufige Uebung die Felsarten auf der Stelle erkennen können, wenn ihn gleich keine wissenschaftlich geordneten Merkmale leiten.

§. 172. Zu diesem Endzwecke ist ein genaueres Studium der Felsarten in Hinsicht auf ihre mineralogischen Elemente durchaus nöthig, und man gelangt oft durch eine in das Einzelne gehende Untersuchung da zur Erkenntniß einer mineralogischen Structur, wo dieselbe auf den ersten Blick nicht vorhanden ist. Die meisten dieser Elemente sind sehr klein und auf die mannichfachste Art in einander verwoben; um sie zu erkennen, genügt es zuweilen, die Steine zu zerschlagen, zu zerbröckeln; in manchen Fällen müssen sie fein gerieben und geschlämmt werden. Zuweilen muß man sie durchnässen, in anderen Fällen trocknen und selbst mehr oder minder calciniren, um einer solchen Structur ansichtig zu werden; in vielen Fällen selbst zu der Loupe und dem Mikroskope greifen. Oft zeigen sich dann Felsarten, welche eine durchaus gleichförmige homogene Grundmasse zu besitzen scheinen, aus Partikeln von mathematisch bestimmbarer Form, aus Krystallen zusammengesetzt, und ein solches Studium, wenn es auch in einzelnen speciellen Fällen nicht zum Ziele führen sollte, hat wenigstens den Vortheil, daß es mit der Structur der Felsarten auf das Innigste vertraut macht.

§. 173. Man zählt im Ganzen etwa 360 Mineralspecies. Allein die wenigsten derselben bilden einigermaßen bedeutende Massen; die meisten werden nur isolirt in so geringer Menge gefunden, daß sie durchaus nicht als bildende Elemente der Felsarten betrachtet werden können. Andere wieder finden sich in schon bedeutenderer Quantität; aber dennoch nur zufällig in diesen oder jenen Gesteinen vor; die wenigsten endlich bilden nothwendige und hauptsächliche Grundbestandtheile der Felsarten. Die Kenntniß der letzteren ist dem Geologen unumgänglich nöthig; die der zufälligen Bestandtheile nicht minder nützlich, weil die Ausstreuung dieser zufälligen Bestandtheile durchaus nicht willkührlich, sondern an bestimmte Gesetze geknüpft ist; so daß man zuweilen ein Gestein besser an seinen zufälligen, als an seinen nothwendigen Bestandtheilen erkennt, und zudem die Gegenwart der ersteren oft sehr wesentliche Aufschlüsse über die Entstehungsweise der Felsart geben kann. Es versteht sich indeß von selbst, daß die Grenze zwischen beiden Arten von Bestandtheilen durchaus willkührlich ist und daß, je nachdem man diesen oder jenen Bestandtheil für wichtiger hält, man auch ihn bald in diese, bald in jene Klasse setzen kann.

Digitized by Google

§. 174. Wesentliche mineralische Elemente der Felsarten.

1. Quarz.
2. Feldspath.
3. Albit.
4. Petalit.
5. Rhyakolit.
6. Oligoklas.
7. Labrador.
8. Jade.
9. Triphan.

Gruppe der Feldspathe.

Alle diese verschiedenen Mineralien bilden Doppelsilicate von Alkalien mit Thonerde, und mit Ausnahme des Hauyins Nr. 15., der sehr selten ist, besitzen alle eine mehr oder minder weiße Farbe.

10. Nephelin (Elaeolith).
11. Mesotyp.
12. Analcim.
13. Amphigen.
14. Sodalith.
15. Hauyin.
16. Glimmer.
17. Lepidolith.
18. Chlorit.
19. Talk.
20. Steatit.
21. Serpentin.
22. Amphibol. Tremolit.
23. Amphibol. Actinot (Hornblende).
24. Pyroxen. Diopsid (Augit).
25. Pyroxen. Hedenbergit.
26. Hypersthen.
27. Diallage.
28. Turmalin.
29. Pinit.
30. Topas.
31. Granat.
32. Epidot. Thallit.
33. Eisenoxydoxydul.
34. Eisenglanz.
35. Eisensilicat.
36. Kohlensaures Eisen.
37. Eisenoxydhydrat.
38. Kohlensaurer Kalk.
39. Dolomit.
40. Gyps.
41. Anhydrit.
42. Steinsalz.
43. Thon.
44. Fossile Brennmaterialien.

Beschreibung der Felsarten.

§. 175. Bei der Beschreibung und Classification der Felsarten, die wir auf der Oberfläche der Erde finden, ist besonders im Auge zu behalten, daß hier keine solche scharfe Charakteristiken angewandt werden können, als bei den Mineralien, wo chemische Zusammensetzung und Krystallisation die einzelnen Species meist sehr nett und genau definiren und keinen Zweifel über ihre Selbstständigkeit zulassen. Bei den Felsarten dagegen muß man immer sich vergegenwärtigen, daß die Classificationen stets nur willkührlich sind, eben weil alle Felsarten nur Mengungen verschiedener Mineralien sind; daß demnach die einzelnen Bestandtheile dieser Mengungen in den weitesten Grenzen wechseln können, und daß aus diesem Grunde auch die verschiedensten Uebergänge der Felsarten sich finden müssen. Ja es ist sogar sehr nothwendig, gerade diese Uebergänge besonders hervorzuheben, sie überall anzugeben und zu verfolgen, eben weil sie oft Blicke in die Anwendung der Naturkräfte thun lassen, welche bei systematisch genauer Umschreibung der Felsarten und künstlicher Abgrenzung derselben durchaus entgehen würden.

Digitized by Google

Wir werden in dem Nachfolgenden die wesentlichsten Felsarten, welche am weitesten verbreitet sind, beschreiben, als Typen darstellen und dann angeben, durch welche Uebergänge und Veränderungen diese bestimmte Form mit einer andern zusammenhängt.

1. Granitische Felsarten.

§. 176. Der Granit selbst besteht bekanntlich aus drei verschiedenen und deutlich von einander getrennten Mineralien, deren Reihe, nach der Menge geordnet, in folgender Weise sich stellt: Feldspath, Quarz und Glimmer. Der Feldspath bildet in gewöhnlichen Graniten mehr als die Hälfte der ganzen Masse; der Glimmer, obgleich er nur in geringerer Menge darin vorkommt, ist dennoch sogleich beim ersten Blicke auffallend, weil er in sehr dünnen, glänzenden und schimmernden Blättern abgelagert ist, die indessen dem Gewichte nach nur sehr wenig ausmachen.

Der Feldspath findet sich in dem Granite als eigentlicher Feldspath (Orthose), oder als Albit, seltener nur in einigen Varietäten als Oligoklas. Seine Farbe wechselt in mannichfaltigen Abänderungen, bedingt durch die verschiedenen ihm beigemengten metallischen Oxyde; meist ist sie mattweiß, graulich, öfters mehr oder weniger röthlich, und es sind namentlich diese röthlichen Granite, welche man zu Bauten vorzugsweise sucht. Die Größe der Körner und Krystalle des Feldspathes ist sehr verschieden; im gewöhnlichen Granite übersteigt sie selten einen Centimeter; wenn der Granit grobkörnig wird, kann sie bis zu bedeutenden Dimensionen anwachsen. In entgegengesetzter Richtung werden die Körner und Krystalle oft so klein, daß man sie mit bloßen Augen nicht mehr erkennen kann, wo dann der Granit Porphyr-Structur erhält.

Der Quarz ist meistens weiß, seltener graulich oder grünlich, und aus mehr oder minder dicken Körnern zusammengeballt, die selbst wieder krystallinische Zusammensetzung haben und auf die mannichfaltigste Weise mit den beiden übrigen Bestandtheilen untermengt sind. In besonderen Fällen, wenn der Granit in grobkörnige Formen übergeht, wachsen auch die Quarzkrystalle — zuweilen zu sehr bedeutender Größe.

Der Glimmer endlich ist noch viel weniger in seinen Formen untersucht, als der in die Bildung des Granites eingehende Feldspath. Von letzterem giebt man meist an, welche besondere Art es sei, ob sich wahrer Feldspath (Orthose) oder Albit finde; beim Glimmer vergißt man meistens, ob es Glimmer mit einer oder mit zwei Axen (Lepidolith) sei, und doch kommen beide Unterarten in dem Granite vor. Größe und Menge, sowie auch die Farbe der Glimmerblättchen, wechseln vielfach; meist ist die Farbe mattweiß, oft auch schwärzlich oder grünlich.

Digitized by Google

Die in den Granit eingesprengten Mineralien sind äußerst mannichfaltig; er bietet in seinen Spalten, Gängen und Nestern eine wahre Fundgrube von einzelnen Mineralspecies dar.

Der Granit im Ganzen hat meist eine graulichte, in's Grüne oder Rosenfarbene spielende Farbe; man wendet ihn sehr häufig als Baumaterial an, das seiner Festigkeit wegen namentlich zu größeren Werken und zu Wasserarbeiten sehr gesucht ist. Viele Arten von Granit nehmen eine sehr schöne Politur an.

Der Widerstand der Granite gegen die äußeren atmosphärischen Einflüsse ist unendlich verschieden und der Grund dieser Verschiedenheit in ihrer Verwitterung noch nicht genügend aufgeklärt. Es giebt Granite, die in wenigen Jahren in Staub zerfallen, wenn sie der Luft ausgesetzt sind, oder in lockerer, feuchter Erde liegen; andere trotzen Jahrtausende hindurch den Einflüssen der Atmosphäre, und an den Granitnadeln in der Nähe des Montblanc bemerkt man nur äußerst oberflächliche Spuren der Verwitterung. In anderen Gegenden, wo der Granit stellenweise leichter verwittert, zeigen sich oft die seltsamsten Formen der ausgewitterten Felsmassen.

Der Granit bildet bedeutende Strecken auf der Erdoberfläche und zeigt sich dann meist in der Form wellenförmiger Hügel oder mittelhoher Berge, deren Abhänge meist durch die Verwitterung sanfter erscheinen, als sie ursprünglich waren. In vielen Gegenden erscheint der Granit so compact, daß es möglich ist, Stücke von jeder Größe daraus zu gewinnen; in den meisten Fällen aber läßt er, trotz dieser Gleichförmigkeit, eine gewisse schalige Structur erkennen, die vielleicht nur durch die Abkühlung bedingt ist und deren Ablösungsflächen in Beziehung zu der abgerundeten Form der Oberfläche stehen. Diese Schalenstructur ist namentlich an den Graniten der scandinavischen Halbinsel sehr auffallend; sie kommt wahrscheinlich noch an vielen anderen Orten vor. Die Granitberge erscheinen so meist als gewaltige Ellipsoiden, deren äußerste Schalen oft zertrümmert und unkenntlich geworden sind durch die bei der Abkühlung der Massen bedingte Zusammenziehung. Die kühneren Bergformen mit hohen, spitzen Nadeln, tiefen, eingerissenen Thälern, wie sie in den Alpen, den Pyrenäen und vielen anderen Gebirgsketten vorkommen, gehören wahrscheinlich nicht dem Granite, sondern dem Gneiße an, welcher sich eben von dem Granite nur durch die fast tafelförmigen, schiefrigen Absonderungsflächen unterscheidet und in welchem ebenfalls diese schalenförmige Structur sich häufig findet.

§. 177. Sobald der Granit ein schiefriges oder auch nur gebändertes Ansehen annimmt, so erhält er den Namen Gneiß. Man kann wohl sagen, daß in dem Gneiße der Glimmer meist mehr hervortritt, als in dem Granite; dies mag aber zum großen Theile auch auf dem Umstande beruhen, daß die Glimmerblättchen meist in einer bestimmten Ebene gelagert und in der

Digitized by Google

Masse des Gesteines nach parallelen Linien geordnet sind, so daß sie auf dem Bruche mehr hervortreten. Vielleicht ist auch im Allgemeinen das Korn des Gneißes feiner, als dasjenige des Granites, im Uebrigen aber ist die Zusammensetzung in mineralogischer Hinsicht durchaus die nämliche, und an kleineren Handstücken, wo die parallele Spaltbarkeit oder die gebänderte Structur nicht vortritt, der Gneiß vom Granite gar nicht zu unterscheiden. Deshalb gehen auch die Varietäten und Uebergänge beider Felsarten in andere Formen Hand in Hand, und man findet stets diese oder jene Abart des Granites auch in dem Gneiße entwickelt. Oft auch ist es durchaus unmöglich, einen Unterschied zwischen den großen Trennungslinien des Granites und den schiefrig werdenden Gneißen zu finden und die Grenze zu bestimmen, wo der eine anfängt, der andere aufhört. In anderen Fällen ist dies wiederum leicht und es kommt nicht selten vor, daß Granitgänge in Gneiß eingesprengt sind, die mit vollkommen abgesetzten Rändern einander berühren und leicht durch ihre verschiedene Textur von einander unterschieden werden können.

§. 178. Ein Beispiel dieses Parallelismus zwischen den Variationen des Granites und des Gneißes liefern die Protogine des Montblanc. Im Allgemeinen nennt man Protogine alle granitischen Felsarten, worin der Quarz und der Feldspath wie gewöhnlich enthalten sind, worin aber der Glimmer durch Talk ersetzt ist, und man nannte diese Felsart so, weil man glaubte, der Montblanc sei der älteste Berg der Erde, und mithin das Gestein, woraus er besteht, die älteste bekannte Felsart. Diese Ersetzung des Glimmers durch Talk ausgenommen, was dem Gesteine ein eigenthümliches fettes Ansehen giebt, ist der Protogin durchaus gewöhnlicher Granit. Nun finden sich aber in ähnlicher Weise veränderte talkige Gneiße in der Umgebung des Montblanc, welche Sauſſure Abergranit nannte (Granite veiné), und diese Gneiße, worin ebenfalls der Glimmer durch Talk ersetzt ist, gehen so unmerklich in den ächten Protogin über, daß es unmöglich ist, ihre Grenze zu bestimmen.

§. 179. Der Granit verliert zuweilen seinen Glimmer, der dann durch Quarz ersetzt wird, so daß nur zwei Bestandtheile übrigbleiben, Feldspath und Quarz im Ueberschuß. Das Ganze bildet ein compactes, sehr feinkörniges Gestein, in welchem man keine einzelnen Bestandtheile mehr unterscheidet, das sehr leicht, seines Ueberschusses an Quarz oder vielmehr an Kieselerde wegen, unter dem Löthrohre zu einem weißen, matten Glase schmilzt, und das man deshalb Eurit genannt hat. Die Uebergänge aus dem ächten Granit in diesen Eurit sind zuweilen äußerst sanft und so allmählich, daß man keine Grenze zwischen beiden bestimmen kann; in anderen Fällen aber ist der Eurit scharf in Gängen abgesetzt, und seine Grenze gegen den Granit bestimmt abgeschnitten. Durch die Mengung mit Krystallen, die in seine

Digitized by Google

Masse eingesprengt sind, erscheint der Eurit zuweilen porphyrähnlich; seine Farbe ist meist mehr oder minder grau mit Uebergängen in's Röthliche oder Grünliche.

§. 180. Die entgegengesetzte Modification tritt in den grobkörnigen Graniten auf, wo die Vergrößerung einzelner Bestandtheile wirklich keine Grenzen hat. Die Quarzkrystalle in solchen Graniten werden nicht nur zolllang, sondern zuweilen selbst centnerschwer; der Feldspath in seiner Vergrößerung erreicht ganz unglaubliche Dimensionen, so zwar, daß ein Steinbruch in Miask in einem einzigen Feldspathkrystall angelegt ist; der Glimmer dehnt sich oft zu Fuß langen und bedeutend dicken Tafeln aus, wie dies die bekannten Glimmerscheiben aus den sibirischen Graniten beweisen. Im Allgemeinen scheint in diesen grobkörnigen Graniten, worin aber meist nur ein Bestandtheil vorzugsweise auf Kosten der übrigen entwickelt ist, der Feldspath in einem abweichenden Verhältnisse sich zu befinden; er hat wenigstens meistens ein weit glänzenderes Aussehen, als in den gewöhnlichen Graniten und Gneißen. Man kann verschiedene Unterarten dieses grobkörnigen Granites unterscheiden; je nach der Anordnung der Bestandtheile oder dem Aggregationszustande und dem quantitativen Verhältnisse, in welchem sie sich finden.

§. 181. In dem Schriftgranit (Pegmatit oder Judenstein) verschwindet der Glimmer durchaus, oder erscheint nur in einzelnen Nestern und Klumpen abgelagert. Der Quarz bildet einzelne Krystalle, deren Axen und Flächen parallel mit einander gelagert sind, so daß einzelne Figuren entstehen, welche man mit hebräischen Schriftzeichen oder mit Kämmen verglichen hat. Die Grundmasse selbst wird zuweilen in diesem Gesteine, welches im Grunde nur ein grobkörniger Granit ist, dessen vorzüglich entwickeltes Element sich in bestimmten eckigen Linien abgelagert hat, homogen, so daß man sie porphyritisch nennen könnte; meist aber bildet der Feldspath in ihr Lamellen, die ebenfalls parallel unter sich gelagert sind und die vom Quarz gebildeten Figuren unter verschiedenen Winkeln schneiden, so daß sich diese wie auf einer Schraffirung hervorheben. In den meisten Fällen bildet der Pegmatit abgesetzte Gänge und Adern in dem gewöhnlichen Granit; zuweilen auch findet man allmähliche Uebergänge. Der Pegmatit enthält sehr viele Mineralien eingesprengt; die Farbe des Feldspathes, der seine Grundmasse bildet, ist meist weißlich und der Quarz grau; zuweilen ist auch die Grundmasse gelb oder braun.

Die blättrige Anordnung des Feldspathes, welche sich in dem Schriftgranite findet, zeigt sich oft in einigen Gesteinen, wo der Quarz durchaus verschwunden ist, und nur noch Feldspath als einziges Element übrigbleibt. Man hat dies Gestein, das ziemlich selten ist, blättrigen Feldspath genannt.

Digitized by Google

Der Weißstein (Leptinit, Felsit, körniger Feldspath) ist eine ähnliche §. 182.
Degradation des Granites, wo Quarz und Glimmer zu Grunde gegangen sind; der Feldspath aber eine gleichförmige körnige Masse bildet, in welcher man nur hie und da kleine glänzende Krystallblättchen sieht. Das Gestein, das in Sachsen sehr bekannt als erzführendes Gestein ist, hat meistens einen muschligen Bruch; zuweilen aber wird dieser Bruch schiefriger, und es zeigen sich dann leise Uebergänge zum blättrigen Feldspathe. Granaten sind sehr häufig eingesprengt — manchmal in so großer Menge, daß man den Granat als einen wesentlichen Bestandtheil betrachten und den Weißstein als einen Porphyr mit eingesprengten Granatkrystallen bezeichnen könnte.

Die letzte Degradation des Feldspathes endlich ist der erdige Feld- §. 183.
spath oder der Kaolin, die Porzellanerde. Unter gewissen Umständen zersetzen sich namentlich der Weißstein und der Pegmatit in eine erdige Masse, welche eine andere chemische Zusammensetzung hat, als der Feldspath, und in ihrem verwitterten, pulverigen Zustande die Porzellanerde bildet. Man findet den Kaolin in seinem natürlichen Zersetzungszustande noch mit Quarz und Glimmer gemengt, was beweist, daß er zugleich eine Verwitterung gemengter Materialien ist; allein seine Bildung selbst ist nicht nur Verwitterung, sondern eine wahre chemische Umwandlung, wodurch der Feldspath in ein im Wasser bei hoher Temperatur lösliches Kalisilicat und in ein unlösliches Silicat mit Ueberschuß von Kieselerde zersetzt wird, welches letztere die eigentliche Porzellanerde bildet. Der Kaolin ist meistens weiß, zuweilen gelblich, grünlich oder röthlich; er ist unschmelzbar und läßt sich nur schwer mit Wasser zu einem Teige kneten. Die reichsten Lagerstätten guten Kaolins zur Verfertigung von Porzellan finden sich in China, bei Meißen und in der Nähe von St. Grieix bei Limoges.

In den bisher betrachteten Mineralien hatte hinsichtlich der Quantität §. 184.
der Feldspath meist die Oberhand. Es giebt indeß auch Fälle, wo er zurücksinkt, und wo das eine oder andere Element des Granites, besonders Quarz, so das Uebergewicht erhält, daß er allein die Grundmasse bildet und die anderen Mineralien nur in ihr eingesprengt erscheinen. Dies ist der Fall z. B. mit dem Greisen oder Hyalomict. Man bezeichnet mit diesem Namen eine Felsart, die hauptsächlich aus körnigem Quarze besteht, in welchem Glimmerblätter eingesprengt sind, und deren Farbe meist ein helles Grau ist, die aber bis zum Schwarzen wechseln kann. Der Greisen ist zuweilen durchaus massiv, zuweilen gebändert oder schiefrig, und die erste Abart ist namentlich im Erzgebirge und in Böhmen nicht so selten, wo sie Zinnerz führt.

Eine andere Art dieser degradirten Granite, wo der Quarz die Grundmasse darstellt und der Feldspath fehlt, bildet der Schörlfels, Hyalo-

Digitized by Google

Turmalin, oder der Schorl-rock der Engländer, eine in Cornwallis sehr verbreitete Felsart, worin die bekannten Zinnbergwerke meistens brechen oder in deren Nähe sie sich wenigstens finden. Der Quarz bildet hier die Grundmasse, mit welcher ein anderes, nur zufälliges Element, der Turmalin oder Schörl, in reichlichem Maße verbunden sind. Dies Gestein von meist dunkler Farbe bildet gewöhnlich abgesetzte Gänge in dem Granite, und nimmt häufig eine schiefrige Structur an.

§. 185. Noch seltener ist der Topasfels, da er nur einen einzigen Felsen, der Schneckenstein oder die Königskrone genannt, im sächsischen Voigtlande bei Auerbach bildet. Es ist dies ein Gestein von durchaus granitischem Ansehen und auch insofern ganz den Graniten analog, als es aus drei Mineralien zusammengesetzt ist, die aber hier Quarz, Turmalin und Topas sind. Der Topas ist meistens in die mannichfachen Spalten und Risse des Gesteines eingesprengt, oder auch zwischen den vielfachen Windungen der Masse eingelagert und meist von gelblichbrauner Farbe.

§. 186. Eine andere Seltenheit ist der Miaskit, den Humboldt und Rose in der Nähe von Miask in Sibirien aufgefunden haben. Der Quarz ist in diesem Gesteine, welches durchaus dem Granit ähnlich sieht, durch Nephelin (Elaeolith) ersetzt, der mit Feldspath und Glimmer das gewöhnliche Gemenge bildet. Das Gestein bildet eine wahre Fundgrube für eine Menge verschiedener Mineralien, die in ihm eingesprengt liegen; geht aber, zum Beweise, daß es nur eine Abänderung ist, durch locale Verhältnisse bedingt, einerseits in grobkörnigen gewöhnlichen Granit, andererseits in schiefrigen Gneiß durch sehr allmähliche und graduelle Modificationen über.

§. 187. Der Syenit ist eine Modification des Granites, die in allen Theilen der Welt in großer Menge vorkommt und dadurch charakterisirt ist, daß der Glimmer durch Amphibol, durch Hornblende, ersetzt ist. Diese Ersetzung des einen Elementes durch das andere geschieht aber durchaus nicht plötzlich, sondern die Hornblende mengt sich anfangs nur dem Glimmer bei, vermehrt sich aber immer mehr und mehr, erhält das Uebergewicht, und endlich den Platz für sich allein, und es entstehen auf diese Weise eine Menge von Uebergangsformen, bei welchen man sehr im Zweifel sein kann, ob sie zu dem Granit oder zum Syenit gehören, indem Glimmer und Hornblende beide etwa in gleicher Menge darin vorkommen. Der Quarz ist im Allgemeinen im Syenite in geringer Menge vorhanden; ja in vielen Fällen fehlt er ganz, so daß das Gestein nur aus Feldspath und Hornblende besteht.

Man hat, je nach der verschiedenen Mengung der einzelnen Bestandtheile im Syenite, viele einzelne Felsarten von dem Syenit trennen wollen, was aber eben wegen des so ganz allmählichen Ueberganges der einzelnen Massen durchaus unthunlich ist. So ist der sogenannte Granit mit vier

Digitized by Google

Bestandtheilen, aus welchem die meisten ägyptischen Obelisken gehauen sind, ein wahrer Syenit, in welchem der Feldspath in blättriger Form die Grundmasse bildet, und die Hornblende den Quarz und den Glimmer noch nicht ganz verdrängt hat.

Die Farbe der Syenite ist meist weiß oder röthlich mit eingesprengten dunkelgrünen Hornblendepunkten, was ihm ein sehr gefälliges Aeußere giebt; auch sind sie deshalb und ihrer Festigkeit wegen sehr als Baumaterial gesucht. Die Syenite bilden im Ganzen ebenso viele Varietäten dar, als die Granite, ja vielleicht noch mehr. Doch sind schiefrige und gneißige Syenite, wenn auch vorhanden, wenigstens seltener, als gewöhnliche Gneiße, und der Syenit meist nur in ganzen Massen abgelagert. In Hinsicht des Kernes aber und der verschiedenen Modificationen der einzelnen Bestandtheile zeigen sich die mannichfachsten Wechsel, wie im Granit. Wenn die Hornblende so Ueberhand nimmt, daß sie die hauptsächlichsten Bestandtheile des Gesteines zu bilden scheint, so wird der Syenit Amphibolit genannt, und Uebergänge zu diesem Gesteine kommen sehr häufig vor, besonders ausgezeichnet in der Nähe von Christiania.

2. Porphyrgesteine.

§. 188. Eine andere Modification der Granite wird durch die Umänderung ihrer Structur in Porphyrstructur herbeigeführt. Es sind dies die sogenannten quarzführenden Porphyre, deren Uebergang in den Granit man aber, im Morvan zum Beispiel, auf das Deutlichste sehen kann. Meist herrscht in diesen Porphyren eine feine Grundmasse von Quarz oder Feldspath vor, die eine röthliche oder grünliche Farbe besitzt und in deren Innerem eine große Menge von größeren Krystallen desselben Minerals eingesprengt liegen. Der Uebergang zu diesen feinen porphyrähnlichen Grundmassen läßt sich schon in den Graniten des St. Gotthard deutlich beobachten. Hier findet sich der Quarz in rundlichen, compacten, deutlich abgesonderten Körnern; jedes dieser Körner ist aber ein zusammengesetztes Ganze aus einzelnen rundlichen oder krystallinischen Körnchen zusammengesetzt, deren Zusammenballung man deutlich wahrnimmt. Diese zusammengesetzten Körper brauchen sich nur noch weiter zu zerlegen und in ihre feinen Körner zu zerfallen, so bleibt die feine Grundmasse übrig.

Es ist im Allgemeinen unmöglich, zu bestimmen, welcher mineralogischen Species die Grundmasse der Porphyre angehört, da die Elemente derselben in den ächten Porphyren durchaus verschmolzen oder aber höchstens nur feinkörnig sind; selbst in denjenigen Gesteinen, welche dem bloßen Auge als Porphyr erscheinen, deren Grundmasse aber aus feinen Krystallen

Digitized by Google

zusammengesetzt ist, selbst in diesen unächten Porphyren erscheinen diese Krystalle so klein, daß ihre Natur nicht bestimmt werden kann.

Die gewöhnlichen oder Feldstein-Porphyre werden als aus euritischer Grundmasse bestehend angesehen, in welcher meist Feldspathkrystalle abgelagert sind. Sie schmelzen leicht zu einem schwarzen oder grauen Glase, sind braun, rothbraun oder violettgrau, zuweilen selbst grünlich, und kommen in Gängen und erhobenen Kuppen ziemlich häufig vor. Man schätzt sie ihrer Härte und schönen Politur wegen sehr als gutes, aber theures, schwer zu bearbeitendes Baumaterial. Es giebt zuweilen Arten, die leichter verwittern und dann in die sogenannten Thonporphyre übergehen.

Diese Thonporphyre bilden eine eigenthümliche Modification der ächten Porphyre durch die Eigenthümlichkeit ihrer Grundmasse, sich in erdige, thonige Massen bei der Verwitterung aufzulösen. Sie bilden meist Gänge oder Durchbruchshügel, haben einen erdigen Bruch, ein mattes Ansehen und meist braunröthliche oder grüne Farbe.

Die braunen Porphyre der Vogesen, welche in dieser Gebirgskette in großer Menge vorkommen, bilden ebenfalls eine eigenthümliche Klasse von Gesteinen, dadurch ausgezeichnet, daß ihre Grundmasse eine eigenthümliche braunrothe Farbe annimmt und viel Glimmer in ihrem Innern sich entwickelt, wodurch die Felsart sich wieder an den Granit anschließt.

§. 189. In dem Pechstein (Retinit) findet sich eine größere Quantität von Kieselerde, als in den gewöhnlichen Feldspathgesteinen. Die Felsart selbst ist nur selten; bildet Massen von einem eigenthümlichen harzigen Pechglanze und unvollkommenem, rauhem, muschligem Bruche. Sie bläht sich unter dem Löthrohre auf und schmilzt zu einem weißlichen Flusse. Es scheint diese Aufblähung von der Gegenwart von Wasser in dem Gesteine herzurühren, was um so merkwürdiger ist, als es zu den plutonischen Gesteinen gehört, die sich offenbar einst unter einem großen Hitzgrade befanden. Seine Farbe ist grau, in's Braune, Gelbe und Schwarze spielend; Feldspath, Albit und Glimmer finden sich oft darin eingesprengt.

§. 190. Es gehen diese Gesteine allmählich durch das Feinerwerden und Verschwinden des Kornes, sowie durch Verlust ihrer Krystalle und abgesetzten Bestandtheile in den Quarzit, Petrosilex oder Quarzfels über, ein Gestein, das meist nur in Gängen und Adern innerhalb des Granites, an einigen Stellen aber auch in mächtigen Bänken entwickelt ist und fast nur aus Kieselerde besteht. Wir werden die einzelnen Quarzite weiter unten behandeln.

§. 191. Eine direct entgegengesetzte Entwicklung der Porphyre bilden die Pyromeride, welche eigentlich nur eine Varietät derjenigen Porphyre bilden, wo die Grundmasse aus Jade besteht. In diesen Pyromeriden findet sich eine feldspathige Grundmasse, in welcher Knoten oder Ganglien eingestreut

Digitized by Google

sind, die meist einen concentrisch schaligen Bau haben, und sich auf diese Weise den ächten Mandelsteinen anschließen. Außer diesen schaligen Sonderungsflächen zeigen sich auch noch im Innern dieser Ganglien Strahlen, die von dem Mittelpunkte ausgehen und dem Gesteine, wenn es polirt ist, ein sehr charakteristisches Ansehen geben. Der Bruch ist rauh, ungleich, die Farbe gefleckt, bräunlich oder röthlich; die Politur hält sich leider nicht sehr gut.

Im Allgemeinen haben alle bis jetzt aufgeführten Gesteine, in welchen der Feldspath mehr oder minder eine besondere Rolle spielt, auch eine eigenthümliche Physiognomie, die sie vor allen anderen Felsarten auf der Stelle erkennen läßt, und ferner einen besonderen Charakter in der Verwitterung, wodurch sie oft ganz vortreffliche Muttergesteine für Dammerde abgeben. Alle nehmen durch die Verminderung ihres Kornes eine erdige Beschaffenheit an und zersetzen sich auch meist leicht in erdige Massen.

3. Trachytische Gesteine.

§. 192. Alle diese Gesteine sind vulcanischen Ursprunges und schon dieser Umstand unterscheidet sie von den Graniten und Porphyren, die zwar auch feurigen Ursprunges sind, namentlich die letzteren, aber doch in anderer Art, und die nicht mehr den eigentlich vulcanischen Gebilden angehören. Die meisten oder fast alle trachytischen Gesteine besitzen eine eigenthümliche Rauhigkeit beim Anfühlen, die von den kleinen Feldspathkrystallen ihrer Masse herrührt und die eben zur Bildung ihres Namens Veranlassung gegeben hat. Der Feldspath spielt in den Trachyten eine nicht minder bedeutende Rollen als in den Graniten und kommt in ihnen auch, wie in jenen, unter verschiedener Gestalt, als ächter Feldspath (Orthose), Albit und Ryakolith vor; auf den ersten Anblick sollte man sogar glauben, als fände sich nur letzterer in den Trachyten, da die darin vorkommenden Feldspathkrystalle alle ein eigenthümliches gläsernes Ansehen haben; die Krystallform indeß lehrt, daß der eigentliche Ryakolith nur selten ist, dagegen das gläserne Aussehen der anderen Feldspatharten eine besondere Ursache haben muß, die man noch nicht ergründet hat, da das Studium der einzelnen Mineralspecies in den Trachyten ganz ausnehmende Schwierigkeiten hat. Die verschiedenen alkalischen Basen, welche in den Trachyten vorkommen, sind fast stets vollständig mit Kieselerde gesättigt — freier Quarz kommt in den trachytischen Gesteinen nur äußerst selten vor.

Man unterscheidet je nach der verschiedenen Structur der Trachyte etwa folgende Arten, die aber alle, wie in den vorhergehenden Gruppen der Granite und der Porphyre, Uebergänge in einander bieten.

§. 193. Granitischer Trachyt. Eine Felsart, die ziemlich selten ist, aber

Digitized by Google

in ihrem Aeußeren viel Aehnlichkeit mit Granit hat. Die Grundmasse ist aus krystallinischem Nyakolith gebildet und ist mit dunkelen Blättchen schwarzen Glimmers oder Amphibols (Actinot) eingesprengt. Man hat ihn Andesit genannt, da er namentlich in den Anden Südamerika's eine weitverbreitete Felsart bildet.

§. 194. Porphyrische Trachyte sind bei weitem häufiger und dazu die gewöhnlichste Art der Erscheinung der Trachyte. Die Grundmasse ist äußerst fein, besteht aber doch bei genauerer Betrachtung nicht aus amorphen Körnern, sondern aus mikroskopischen Krystallen von glasigem Feldspathe, die auf frischen Brüchen in der Sonne glitzern. Diese Trachyte unterscheiden sich demnach von den granitischen Porphyren nur durch die Größe des Kornes, und in einzelnen Fällen wird dies Korn selbst so groß, daß durchaus aller Unterschied verwischt ist und man das Gestein, weil es aus vulcanischem Terrain kommt, für Trachyt erklären muß, während seine Structur es in der That dem granitischen Porphyre nahe stellt. Die Grundmasse selbst ist sehr verschieden, sowohl in ihrer Farbe als in ihrer Beschaffenheit; meist graulich, spielt sie mehr oder minder in das Grüne oder Rothe über; zuweilen ist sie äußerst leicht, blasig, schlackig; in anderen Fällen schwer, erdig. Man findet häufig Eisen und Amphibol in großer Menge darin eingesprengt; in einzelnen Gegenden ist das Titaneisen so häufig darin, daß beim Verwittern der Masse und beim Auswaschen des Gesteines durch den Regen das Titaneisen in Haufen zurückbleibt. Der Trachyt wird in einigen Gegenden, namentlich bei Königswinter im Siebengebirge, als guter Baustein gebrochen.

Obgleich die trachytischen Gesteine im Allgemeinen keinen feinen Quarz enthalten, so giebt es doch merkwürdiger Weise einige Felsarten, namentlich in Ungarn und Toscana, worin selbst größere Kerne und mandelartige Concretionen enthalten sind, die aus Quarz bestehen und dem Gesteine eine so ungleichartige Härte verleihen, daß es zu Mühlsteinen verbraucht wird. Auch diese Mühltrachyte stoßen sehr nahe mit den quarzführenden Porphyren in ihrem Ansehen zusammen, und können oft durchaus nicht an Handstücken von den letzteren unterschieden werden.

§. 195. Eine dieser Varietät von Trachyten mit Quarzüberschuß direct entgegenstehende Modification kommt in einigen Vulcanen der jetzigen Epoche, und namentlich auf der Insel Ischia, vor. Diese Gesteine zeichnen sich durch ihre Armuth an Kieselerde aus; statt saurer oder gesättigter Silicate kommen nur basische Silicate (Protosilicate) in diesen Gesteinen vor, und der Feldspath ist durch Albit ersetzt. Es zeigt dies Beispiel auf's Neue, daß in den verschiedenen Arten von Feldspath die Quantität von Kieselerde wechseln kann, daß eine Art des Feldspathes durch eine andere ersetzt werden kann, ohne daß deshalb die Natur des Gesteines sich bedeutend ändert,

Digitized by Google

und daß noch andere eigenthümliche Modificationen der Feldspathe als wesentlich in den Gesteinen hervortreten, deren Grund die Mineralogen noch nicht erforscht haben. Die Trachyte von Ischia zeigen denselben Glasglanz, wie die anderen Trachyte, und durch diesen eigenthümlichen Glanz unterscheiden sich sowohl der Albit, als auch die Orthose der Trachytgesteine von denselben Species, die in den Graniten sich finden. Weshalb nun diese Verschiedenheit?

Der Domit, der namentlich in dem Puy de Dôme, woher er seinen Namen hat, in großer Menge vorkommt, charakterisirt sich durch seine fein krystallinische, erdige Grundmasse, die sehr rauh und zerreiblich ist, in der Sonne glitzert, größere Krystalle von Ryakolith und schwarzem Glimmer enthält und nur sehr wenig Consistenz besitzt, so daß sie bald in eine erdige Masse zerfällt. Er bildet Gänge und Hügel. Die Masse im Großen hat ein mattes Ansehen, graue, braune oder gelbliche Farbe. §. 196.

Eine andere Varietät der Trachyte stellt der Perlit dar, der ein glasiges oder perlmutterglänzendes Aussehen und einen sehr fein muschligen Bruch hat. Seine Masse versplittert sich nach allen möglichen Richtungen, so daß der Bruch feine, kleine glänzende Winkelflächen darstellt, die trotz der Gleichförmigkeit des Kornes durch die Menge ihrer Ecken eine Art Rauhigkeit darbieten. Durch Vervielfältigung dieser Spaltbarkeit gehen die Perlite einerseits in vollkommen erdige Massen über, während andererseits zuweilen die Flächen sich abrunden, seltener werden und kleine kugelförmige Abschnitte bilden, die wie Perlen oder selbst Nüsse neben einander liegen und schalenförmige Absonderungen bilden. Beudant hat diesen verschiedenartigen Uebergängen des Perlits eine besondere Aufmerksamkeit zugewandt; er unterscheidet Schalen-Perlit, Kugel-Perlit, porphyrischen, steinigen Perlit; — alle diese verschiedenen Abarten aber gehen durch unmerkliche Modificationen in einander über. Zuweilen selbst werden die Perlite schlackenartig und den Bimssteinen ähnlich. Ihre Farbe ist meist graulich mit Uebergängen in's Röthliche. §. 197.

Der Obsidian ist ein wahrhaftes vulcanisches Glas von dunkelgrüner oder schwarzer Farbe, meist durchaus gleichförmig von muschligem Glasbruch; zuweilen porphyrisch insofern (Obsidian-Porphyr), als er Krystalle von Feldspath oder Glimmer in seinem Innern enthält. Diese Glasmasse, die in dem natürlichen Ofen der Vulcane geschmolzen ist, enthält meist Kieselerde im Ueberschuß und umschließt zuweilen Mandelkerne, die ihm eine amygdaloidische Structur geben. §. 198.

Den wahren Typus der trachytischen Rauhigkeit stellt der Bimsstein dar, der Jedermann durch seinen mannichfaltigen Gebrauch zum Abreiben und Poliren bekannt ist. Seine Grundmasse ist sehr hart und rauh, aber zugleich sehr leicht und schwammig durch die vielen in ihm enthaltenen Po- §. 199.

Digitized by Google

ren. Man kann den Bimsstein als eine vulcanische Schlacke betrachten, deren Blasen gleichsam unter bedeutendem Drucke in die Länge gezogen und ausgedehnt sind. Der Obsidian bläht sich beim Erhitzen in solche blasige schlackenartige Massen auf.

§. 200. Eine eigenthümliche Abart der Trachyte bilden die Phonolithe oder Klingsteine; harte, aber wenig rauhe Gesteine von porphyrischer Grundmasse, wachsartigem oder splitterndem Bruche und hellem Klange unter dem Hammer. Kein Gestein giebt unter dem Hammer einen solchen hellen, klaren Ton, als die Phonolithe. Ein anderer Charakter, der die Klingsteine von allen anderen Feldspathgesteinen unterscheidet, besteht darin, daß sie von concentrirten Säuren angegriffen werden und mit Hinterlassung einer gelatinösen Masse von Kieselerde sich auflösen, was vermuthen läßt, daß sie hauptsächlich aus Mesotyp zusammengesetzt sein mögen. Die Phonolithe werden zuweilen erdig und ähneln dann sehr den Domiten oder Perliten, von denen sie sich aber durch die erwähnte Eigenthümlichkeit unterscheiden; in anderen Fällen werden sie schiefrig und zuweilen selbst in hohem Grade, so daß sie an einigen Orten, im Puy de Dôme und im Mont d'Or als Dachschiefer benutzt werden, die aber immer sehr grob bleiben, da ihre Spaltbarkeit nicht so weit geht, als die der gewöhnlichen Dachschiefer.

4. Amphibol-Gesteine.

§. 201. Auch in diesen Gesteinen spielt der Feldspath eine Hauptrolle. Alle sind aus einer oder der andren Varietät des Feldspathes und einem Doppelsilicat von Eisen, aus Amphibol, zusammengesetzt, das eine dunkelgrüne oder schwärzliche Farbe hat. Man kann in diesen Grünsteinen mehre Arten unterscheiden, die sich durch die Varietät von Feldspath oder von Silicat auszeichnen, welche in ihre Masse eingehen. Bekanntlich unterscheidet sich der eigentliche Feldspath (Orthose) vom Albit durch ein anderes Krystallsystem, und diese Verschiedenheit zeigt sich auf dem Gesteine meist dadurch, daß der Albit in gewisser Stellung eine Menge feiner paralleler Linien bietet, welche nie auf den Orthosen vorkommen. Die in den einzelnen Felsarten vorkommende Varietät des Amphibols ist meistens die Hornblende.

§. 202. Der Diorit oder Grünstein ist das wahre Analogon des Granites oder noch besser gesagt, der Syenite, die bekanntlich aus Feldspath und Amphibol bestehen, wobei indessen meist noch Quarz als wesentlicher Bestandtheil hinzutritt. Der Grünstein enthält nur selten Quarz, und statt ächten Feldspathes (Orthose) findet sich in ihm Albit, so daß er eigentlich nur zwei Mineralspecies als wesentliche Elemente enthält, Albit und Amphibol (Hornblende). Die Hornblende der Diorite ist öfter gefärbt, dun-

Digitized by Google

kel grünlich oder bräunlich; die Feldspathe selten grünlich, meist weiß und durch die verschiedenen Mengungen entstehen die mannichfaltigsten Farbennuancen. Die Structur ist meist granitisch; das Korn sehr verschieden, bald sehr grob, bald wieder so fein, daß er fast in eine compacte Masse übergeht. An einigen Gegenden, wie in Corsica, wird der Diorit mandelig; er enthält hie und da Stellen, wo die Elemente kreisförmig um einen Mittelpunkt gruppirt sind. Die Diorite im Allgemeinen sind nicht sehr hart, aber äußerst zähe, so daß ihre Bearbeitung nicht ganz leicht ist.

Die verschiedenen Abarten der Grünsteine kommen sehr häufig in der Natur vor; sie sind plutonischen Ursprunges und meist mit Porphyren vergesellschaftet, so daß in granitischen Gesteinen man ihre Gegenwart als Anzeichen porphyrischer Eindringungen hält.

Die Grünsteinporphyre unterscheiden sich von den eigentlichen §. 203.
Dioriten nur durch die Größe des Kornes der Grundmasse. Das Korn ist nämlich ganz verschwunden und eine gleichförmige Grundmasse von mattem ungleichen Bruche vorhanden, die graue oder grüne Farbe zeigt und in welchen größere Krystalle von Albit und Amphibol eingesprengt liegen. Die Grundmasse besteht wahrscheinlich aus einem feinen unkrystallisirten Gemische derselben Mineralien, in welche sich noch viele andere Mineralspecies eingesprengt befinden. Einige dieser Grünsteinporphyre enthalten eine bedeutende Menge Kalk, so daß sie mit Säuren aufbrausen (Chemnitz). Die Felsarten dieser Art kommen häufig aller Orten vor, namentlich aber in Ungarn, dem Ural und Südamerika, und in dem ersten Lande finden sich viele Orte, wo der Albit bedeutend über den Amphibol die Oberhand gewinnt und dadurch Gesteine gebildet werden, die kaum von dem braunen Porphyr der Vogesen unterschieden werden können.

Es kommen in der Reihe der Amphibolgesteine ganz ähnliche Degrada- §. 204.
tionen und allmähliche Uebergänge vor, wie in den Graniten. So verschwindet der Albit zuweilen gänzlich, und es bleibt eine compacte Masse von dunkler Farbe, der Amphibolit oder Hornblendefels. Dieser ist meist körnig, und in Gestalt von Gängen zwischen porphyrischen und metamorphischen Gesteinen eingesprengt.

In anderen Fällen bildet sich Anthophyllit, oder Hornblende- §. 205.
schiefer, die man als die wahren Gneiße der Dioritreihe ansehen könnte, indem sie ganz dieselbe Absonderung, wie jener zeigen. Sie sind blätterig, oft auch sehr feinschieferig, von dunkler Farbe, die meist in's Grüne spielt.

Die Corneenne (lapis corneus, Aphanit) bildet eine andere Degrada- §. 206.
tionsform. Das Korn wird unbestimmt, der Bruch flachmuschelig und an den äußersten Grenzen dieser Veränderung finden wir eine gleichförmige weiche, aber äußerst zähe Masse, die eine hornige Consistenz hat und deren halbzersetzte Varietäten sich mit dem Messer schneiden lassen. Die Farben

Digitized by Google

der Cornéenne spielen um ein dunkeles Grau, mit einem Stich in's Grüne oder Rothe; sie schmelzen zu einem schwarzen Email, und scheinen überhaupt nur halbgeflossene und geschmolzene Diorite zu sein.

§. 207. Zuweilen enthalten die Cornéenne Kalk, und manchmal wird die Menge dieser Beimengung so bedeutend, daß man daraus eine eigene Felsart gemacht hat, die man Hemithren genannt hat. Da indeß der Kalk sich nur in Form weißer Flecke eingesprengt findet, so möchte es ebenso natürlich sein, ihn auch als eingesprengte Masse zu behandeln, und somit den Hemithren für eine Cornéenne anzusehen, dem Kalk eingesprengt ist, um so mehr, als noch gar mannichfache Mineralien sich in der Cornéenne eingesprengt finden.

5. Die Pyroxen-Gesteine

§. 208. bilden eine ähnliche mannichfaltige Reihe, wie die schon früher aufgestellten Gruppen. Die Hornblende, welche in den Grünsteinen wesentlicher Bestandtheil war, ist hier durch Pyroxen ersetzt, der meist mit Labrador verbunden ist, sowie der Amphibol sich vorzugsweise mit Albit vereinigt. Diese Gruppirung der verschiedenen Mineralspecies mit verschiedenen Arten aus der Feldspathgruppe und das Zusammenhalten bestimmter Formen erklärt sich leicht aus ihrer verschiedenen Zusammensetzung. Der Labrador enthält nur wenig Kieselerde, der Albit weit mehr, und ebenso ist der Amphibol reicher an diesem Bestandtheile, als der Pyroxen. Da nun die meisten der Massen, worin sich diese Gesellschaftung vorfindet, einst in feurigem Fluß waren, so erklärt sich leicht, warum aus einer an Kieselerde armen Masse Labrador und Pyroxen, aus einer an diesem Bestandtheile reicheren Albit und Amphibol herauskrystallisirten.

§. 209. Der Grünstein oder Dolerit entspricht in Aussehen, Verschiedenheit des Kornes u. s. w. durchaus dem Diorit; es ist der Granit der Pyroxenreihe — doch verleihen ihm die länglichen, platten und schillernden Tafeln des Labradors, die in seine Zusammensetzung eingehen, ein eigenthümliches Ansehen. Der Pyroxen hat eine schwarze Farbe, die angenehm auf dem hellen Weiß des Labradors absticht. Er bildet meist Gänge und ungeschichtete Massen in den basaltischen und vulcanischen Formationen, und kommt im Allgemeinen selten vor. Das Korn ist zuweilen ziemlich grob, oft aber wird es durch verschiedene Schattirungen äußerst fein, selbst unsichtbar, und so gehen die Dolerite in porphyrartige Gesteine über.

§. 210. Doleritporphyre könnte man wohl alle Gesteine nennen, welche durchaus dieselbe mineralogische Zusammensetzung hätten, wie der Dolerit, aber eine gleichförmige compacte Grundmasse mit eingesprengten Krystallen von Pyroxen und Labrador. Gewisse Laven des Aetna und der Auvergne

Digitized by Google

würden hierher gehören, indem in diesen eine dunkle Grundmasse, die offenbar aus diesen beiden Mineralien zusammengeschmolzen ist, einzelne Krystalle davon enthält.

Besonders aber treten unter diesen Dolerit- oder Pyroxenporphyren die §. 211.
Melaphyre hervor, compacte Gesteine mit gleichförmiger Grundmasse, meist von dunkler Farbe, die aus dem Schmutziggrauen in's Schwarze und Dunkelgrüne übergeht. Es sind dies sehr feste, schwer zu bearbeitende Felsarten, die zuweilen, wie die Ophite aus Aegypten, die ebenfalls zu ihnen gehören, sehr schönen Stoff zu Bauten und feineren Kunstarbeiten bieten; sie sind sehr hart und nur schwer ritzbar durch Quarz; concentrirte Säuren greifen sie größtentheils an und lösen sie auf, was einen guten Charakter zum Unterschiede von anderen Porphyren darbietet. Es giebt indeß manche Felsarten, welche bei vollkommener äußerer Aehnlichkeit mit den übrigen Melaphyren, diese Eigenschaft der Löslichkeit in Säuren nicht theilen, so z. B. die Melaphyre von Elbingerode am Harze.

Die Basalte hält man ebenfalls für ein inniges Gemenge von La- §. 212.
brador und Pyroxen, obgleich bei der Gleichförmigkeit ihrer grauen und schwärzlichen Grundmassen eine solche Unterscheidung fast unmöglich ist, und aus anderen Erscheinungen vielleicht mit einiger Wahrscheinlichkeit geschlossen werden kann, daß auch andere Gesteine in die Bildung der Grundmasse eingehen. Die Basalte sind offenbar einst feuerflüssig gewesen und ihre säulenförmige, prismatische Absonderung eine Folge der Erkaltung. Der Labrador bildet die Hauptmasse, mehr, als die Hälfte; da aber der Pyroxen schwarz ist, so ist doch die Farbe des Gesteines meist ein sehr dunkles Grau und nur selten hell. Der in den Basalten eingesprengte Peridot ist fast ein charakteristisches Mineral für die Basalte, die zuweilen sehr schwer von Melaphyr zu unterscheiden sind. Sehr häufig trifft man an den Basalten, außer der so auffallenden Säulenform, noch eine Art concentrisch schaliger Anordnung ihrer Elemente, wodurch eine eigenthümliche Verwitterung bedingt wird. Die Säulen trennen sich nämlich in einzelne, rundliche Scheiben oder abgeplattete Kugeln, die immer mehr und mehr schalig verwittern, so daß die Säulen zuweilen, wie in der sogenannten Käsegrotte bei Bad Bertrich, das Ansehen auf einander geschichteter Schachteln oder Käse haben.

Die Basalte bilden Gänge und Durchbrüche, zuweilen rundliche Kuppen oder weit ausgedehnte Schichten, die senkrecht auf ihre Grundfläche in Säulen zertheilt sind.

In besonderen Fällen zerlegt sich der Basalt in schlackenartige oder auch körnigstaubige Massen, die dann zuweilen durch Infiltration von Wasser wieder zusammengebacken wurden, oft eine mehr oder weniger hornige, zähe Textur besitzen, und so Wacken genannt werden. Meist sind indeß die Wacken nur von geringer Härte, leicht zerbrechlich, in vielen Fällen sogar sehr staubig und zerreiblich.

Digitized by Google

Die Existenz dieser Basaltwacken hat in früheren Zeiten eine weit größere Rolle gespielt, als jetzt, da man aus ihrem Ansehen schloß, daß sie aus dem Wasser abgesetzt seien, und somit alle Basalte als neptunische Gebilde ansah. Heut zu Tage bedarf eine solche Behauptung keiner Widerlegung mehr. Die Wacken sind grau, mit Uebergängen in's Braune, Rothe oder Gelbe, sie lassen sich zuweilen mit Wasser anrühren, aber ohne damit einen Teig zu bilden, wie der Thon.

Die Pyroxengesteine erleiden ähnliche Degradationen, wie die schon betrachteten Reihen.

§. 213. Der Nephelit ist eine Felsart von granitischer Structur, weißlichgrau mit dunkelen Punkten, von sehr verschiedenem Korn, der aus Nephelin und Pyroxen besteht. Es giebt großkörnige Varietäten, die dem grobkörnigen Granite sehr ähnlich sehen; andere, die so fein in ihrem Korne werden, daß sie dem Basalte in ihrem Ansehen sehr nahe stehen.

Die übrigen Degradationen der Pyroxengesteine bieten meist Porphyrstructur.

§. 214. Cyclophyr könnte man ein sehr variables Gestein nennen, das zuweilen grobkörnig wird, meist aber aus gleichförmiger Grundmasse mit manchen eingewebten Krystallen besteht und den Fuß des Aetna, sowie die cyklopischen Inseln in dessen Nähe bildet. Der Cyclophyr besteht aus Analcim und Pyroxen, was um so auffallender erscheinen könnte, da das Gestein sich einst offenbar in feurigem Flusse befand, ja an einzelnen Stellen in prismatischen Säulen, wie der Basalt, sich absondert, und dennoch beim Erhitzen Wasser giebt, indem der Analcim ein wasserhaltiges Mineral ist. Jetzt, wo man die große Rolle kennt, welche die Wasserdämpfe in den vulcanischen Erscheinungen spielen, ist dies Vorkommen des Analcims im vulcanischen Gesteine nicht mehr so auffallend und unerklärlich.

§. 215. Der Leucitophyr ist die dem vorhergehenden Gesteine entsprechende Felsart, die am Vesuve vorkommt, wo sie ganz so den Fuß und die untersten Bekleidungen, den Berg Somma und die anliegenden Massen bildet, wie der Cyclophyr den Fuß des Aetna umhüllt. Der Leucitophyr besteht aus Leucit und Pyroxen; seine Grundmasse ist graulich; die eingesprengten Krystalle aller Art sehr häufig.

Die neueren Laven des Vesuvs könnte man Sodalophyr nennen, da sie aus Sodalit und Pyroxen bestehen.

Sehr selten ist der Hauynophyr, eine aus Hauyn und Pyroxen zusammengesetzte Felsart.

6. Hypersthen-Gesteine.

§ 216. In allen diesen Gesteinen, die indeß nicht sehr häufig vorkommen, findet sich Hypersthen mit Labrador verbunden. Sie wurden früher mit den

Digitized by Google

Dioriten verwechselt, und G. Rose erst in seiner Abhandlung über die Grünsteine hat sie unterscheiden gelehrt. Der Bruch ist splitterig, die Farbe der Gesteine graugrün, das Korn sehr wechselnd. An einigen Stellen sind beide Elemente sehr genau geschieden und die Lagerstätte der großen Krystalle von Labrador, die nach der Küste, wo sie gefunden werden, genannt sind, bricht gerade in einem solchen Hypersthenfels oder Hyperit, wie man ihn neuerdings zu nennen vorgeschlagen hat. Zuweilen wird das Korn im Gegentheile äußerst klein, und in anderen Fällen entstehen, durch das allmähliche Schwinden des Labradors, mannichfaltige Degradationen, deren Reihe mit Felsarten endigt, wo fast nur noch Hypersthen vorkommt. Auf der andern Seite mengt sich zuweilen Quarz als drittes Element ein, so daß man das Gestein mit Syenit verwechselt hat, oder auch mit Granit, mit welchem es in seiner äußeren Erscheinung viel Aehnlichkeit hat. Man könnte diesen Verschiedenheiten nach die Hyperite in eine Menge verschiedener Felsarten zerlegen, was auch ohne Zweifel geschehen würde, wenn sie in der Zusammensetzung der Erdrinde eine so bedeutende Rolle spielten, wie die granitischen Gesteine; da aber trotz ihrer Verbreitung in Labrador, am Harz, am Ural und anderen Orten dies nicht der Fall ist, so ist bis jetzt ein solcher Versuch, der nur zu unnöthigen Zersplitterungen führen würde, noch nicht gemacht worden.

7. Diallage-Gesteine.

G. Rose erklärt die Jade, die mit Diallage zusammen diese Gesteine §. 217.
bildet, zwar nur für eine unvollkommen krystallisirte Varietät des Labradors; allein nichts destoweniger erscheint doch die Trennung dieser Gesteine von den vorigen gerechtfertigt.

Das Korn der Euphotide, wie man die Gesteine dieser Klasse, welche granitische Structur haben, nennt, ist äußerst verschieden; bald sehr grob, so daß beide Elemente deutlich zu unterscheiden sind, und die blätterigen, zersplitternden Krystalle der Diallage sich leicht von den Massen der Jade unterscheiden; bald wieder so feinkörnig, daß das ganze Gestein porphyrisch wird. Mit dieser letzten Aggregationsänderung scheint auch das Verschwinden der Diallage gleichen Schritt zu halten, so daß man Gesteine antrifft, wo nur noch Jade allein die ganze Masse bildet. Die Farbe dieser Felsarten, die in den südlichen Alpen, besonders am Monte Rosa, in großer Menge vorkommen und sich auch an anderen Orten finden, ist meist grünlich, zeigt aber auch mannichfaltige Uebergänge in Röthlichbraun und Weiß. Die Euphotide geben bei der Destillation Wasser, da der Diallage eine geringe Menge Wasser enthält; obgleich plutonischen Ursprunges, ist diese Eigenschaft hier doch weniger auffallend, als bei rein vulcanischen Massen, die in vollkommen feurigem Flusse standen.

Digitized by Google

8. Trapp-Gesteine.

§. 218. An die vorstehenden Felsarten schließt sich eine ganze Reihe von Gesteinen an, die insofern mit ihnen übereinkommen, als sie alle nur einfache Silicate enthalten, mithin gleichsam basische Kieselsalze sind, während die granitischen Gesteine und ihre Nachbarn alle sich dadurch einander nähern, daß sie Kieselerde im Ueberschusse enthalten, mithin wirklich saure Silicate sind. Die Trappe sind aber von allen vorhergehenden basischen Gesteinen dadurch unterschieden, daß sie durchaus keine wahrnehmbare Structur besitzen und daß selbst unter dem Mikroskope, bei der genauesten mechanischen Analyse, keine bestimmten Structurelemente wahrgenommen werden können. Sie haben einige Beziehung zu den Basalten; sind, wie diese, auch vulcanischen Ursprunges, und befanden sich zur Zeit ihrer Bildung in feurigem Flusse und theilen sich ganz, wie sie, in regelmäßige Abtheilungen oder selbst in prismatische Säulen. Alle diese Trappe, welche Hauy einst mit anderen Gesteinen noch, eben ihrer unbestimmbaren Structur wegen, Aphanite nannte, sind rauh beim Anfühlen. Es ist wahrscheinlich, daß die chemische Analyse dereinst Mittel an die Hand geben wird, die verschiedenen Trappe an die ihnen zugehörenden Plätze zu verweisen; vor der Hand ist dies noch nicht möglich. Durocher hat in seiner Arbeit über die Trappe der Faröer Inseln den Weg gezeigt, den die chemische Analyse zu diesem Endzwecke nehmen muß; er hat in der That nachgewiesen, daß die dortigen Trappe aus zwei verschiedenen Varietäten bestehen, wovon die eine unter die Hyperite, die andere unter die Euphotide gerechnet werden muß und die dadurch leicht unterscheidbar sind, daß die eine Varietät bei der trockenen Destillation Wasser giebt, die andere nicht. In anderen Fällen wird indeß dies einfache Verfahren nicht ausreichen, und dann müssen die genauesten quantitativen Analysen angestellt werden, um zu sehen, welche Mineralien in die Zusammensetzung dieser so structurlosen Gesteine, welche wir Trappe nennen, eingehen. Die Trappe spielen, wie die Layen, in allen möglichen Farben je nach der Beimengung verschiedener Metalloxyde, die nur zufällig ist, meist erscheinen sie von dunkler Farbe, die in's Grüne schillert. Die Trappe bilden sehr häufig Gänge und Erhebungskuppen, die in Folge der eigenthümlichen Absonderungsflächen treppenartig aussehen.

9. Serpentin-Gesteine.

§. 219. Die Serpentine bilden ein Beispiel jenes seltenen Verhältnisses, wo eine bestimmte Mineralspecies zugleich als Gestein, und zwar in bedeutenden Massen, auftritt und großen Antheil an der Bildung der Erdrinde und namentlich der Gebirge nimmt. Der Serpentin ist bekanntlich ein Bisilicat

Digitized by Google

von Bittererde mit Bittererdehydrat verbunden, er giebt demnach bei der Destillation Wasser ab. Meistens bildet er unbestimmte, fast structurlose Massen, die in enger Beziehung zu den Euphotiden stehen, und man kann sicher darauf rechnen, daß da, wo man dies letztere Gestein antrifft, der Serpentin nicht weit entfernt ist. Auch enthalten die Serpentine eine bedeutende Menge von Diallage, was eben zu dieser Annäherung zum Euphotid noch beiträgt. Es ist eine zarte, weich und seifig anfühlbare, aber zähe Masse, die sich leicht drehen und schneiden läßt, oft an der Luft erhärtet und meist in massigen Formen, zuweilen aber in schichtförmigen Absonderungen und manchmal selbst als schiefriges Gestein auftritt. Die bittererdehaltigen Mineralien besitzen meist dies zarte, seifenartige Anfühlen. Der Serpentin ist meist grün und wird an der Luft roth; er enthält zuweilen viel Asbest in Adern und bildet im Ural die Lagerstätte des Platins. In der Dauphiné und den südlichen Alpen wird er zu Töpfen, Mörsern und anderen Geräthschaften verarbeitet.

10. Talk-Gesteine.

§. 220. Auch diese Gesteine haben das weiche, seifenartige Anfühlen, welches den Serpentinen zukam, nur in noch weit höherem Grade. Sie sind meist leicht zerreiblich und kommen zuweilen in großen Massen vor, in welchen der Talk das einzige mineralogische Element bildet. Der Talk ist entweder blätterig oder krystallinisch in kleineren Massen. Man benutzt die ersteren Varietäten, die man pierre ollaire (Topfstein) nennt, in der Dauphiné als vortreffliches Topfmaterial, indem man mittelst besonderer Instrumente die Masse schneidet, so daß ein Schnitt um den andern herumgeht, und dann durch einen geschickt angebrachten Hammerschlag das Ganze spaltet, wo dann der Stein in ebenso viel in einander geschachtelte Töpfe aus einander springt, als man Schnitte vorgezeichnet hat. Diese Töpfe sind sehr leicht, fest und widerstehen dem Feuer sehr gut.

§. 221. Der Talkschiefer (Steaschiste), der an vielen Orten vorkommt, ist ein Gemisch von Talk und Quarz, und oft schwierig von dem später zu erwähnenden Glimmerschiefer zu unterscheiden. Doch hilft hier immer der eigenthümliche Glanz und das seifenartige Anfühlen des Talkes, das der Glimmer nicht besitzt, obgleich auf der andern Seite die grünliche oder schwärzliche Farbe dieser Schiefer oft Ursache zur Verwechselung geben könnte. Aus demselben Grunde hat man oft die sogenannten Chloritschiefer, die Chlorit und Quarz enthalten, mit den Talkschiefern verwechselt. Die Talkschiefer verhalten sich etwa zu den Protogynen, wie die Gneiße zu den gewöhnlichen Graniten, und sie sind auch in der Nähe der letzteren sehr bedeutend entwickelt.

Digitized by Google

11. Glimmer-Gesteine.

§. 222. An einigen Orten, wie in den Vogesen und der Bretagne, kommen solide Gesteine vor von granitischer Structur, in welchen der Glimmer die Hauptmasse bildet und nur mit Quarz oder auch mit Amphibol in sehr geringer Quantität gemischt ist, was darauf hindeuten dürfte, daß sie entweder in Granit oder in Grünstein übergehen.

Weit häufiger kommt der Glimmerschiefer (Micaschiste) vor, ein Gestein aus Quarz und vielem Glimmer zusammengesetzt, das sich in großen schichtförmigen Ablagerungen trennt und durch unzählige Uebergänge sich mit den Gneißen verbindet. Oft sind diese Glimmerschiefer so fein getheilt in ihrer schieferigen Structur, daß sie zu Dachschiefern benutzt werden; in anderen Fällen ist die Theilung nicht so weit vorgeschritten. Das Gestein ist meist, durch beigemengte Eisensalze, schwärzlich gefärbt mit sehr kleinen, glimmernden Punkten, und kommt namentlich in den Alpen in großer Menge vor. Wenn es gleich seinen Ursprung plutonischen Einwirkungen verdankt, so scheint es dennoch nicht in Fluß gewesen zu sein, sondern zu der großen Klasse metamorphischer Gesteine zu gehören, die ursprünglich in anderer Gestalt abgesetzt, durch spätere Einflüsse aber geändert wurden. Wahrscheinlich, wenn nicht gewiß, gehören alle Glimmerschiefer zu den metamorphischen Gesteinen. Die aus ihnen gebildeten Gebirgsstöcke zeigen sich unter der Gestalt von langen, scharfen Kämmen, deren Durchschnitt eine spitze Pyramide ist, und wo meist die eine Wand, fast senkrecht abfallend, die Schichtenköpfe zeigt, während die andere Wand der Pyramide dem Schichtenfalle entspricht.

Der Quarz gewinnt zuweilen die Oberhand in dem Glimmerschiefer und bildet dann sehr harte, durchscheinende Gesteine, die in mannichfachen Uebergängen zwischen den Glimmerschiefern einerseits und den reinen Quarzfelsarten andererseits spielen. Der Aventurin gehört zu diesen Gesteinen, die sichtlich den Quarziten sich nähern, und es gehört sogar nicht zu den Seltenheiten, eine Bank von Glimmerschiefer in reinen Quarzit sich umwandeln zu sehen.

12. Quarz-Gesteine.

§. 223. Die Quarzite, deren allmähliche Uebergänge aus den glimmer- und feldspathhaltigen Mineralien man auf diese Weise leicht verfolgen kann, erscheinen unter mehrfachen Gestalten. Manchmal haben sie ein deutliches Korn und sind selbst so deutlich aus Körnern zusammengesetzt, daß sie in unzusammenhängenden Sand zerfallen. In anderen Fällen erscheint der Bruch nur etwas körnig, die ganze Masse aber hyalinisch durchscheinend.

Digitized by Google

Schieferige Abblätterungen sind ebenfalls nicht selten in reinen Quarziten zu finden.

Verschieden von den eigentlichen Quarziten, die meist als Gänge und §. 224.
Adern in anderen Felsarten, selten als isolirte Massen auftreten, und stets als eine Degradation anderer Felsarten erscheinen, sind die Kiesel oder Siler, die auch, nach Ehrenberg, einen durchaus andern Ursprung haben, indem sie, gleich den sogenannten Kieselguhren, fast nur aus Infusorienschalen bestehen, die durch eine hyalinische Masse mit einander vereinigt sind. Meist treten diese Siler oder Flintensteine als isolirte rundliche Massen in der Kreide auf, und während sie im Innern fast sehr durchscheinend sind und einen muschligen Bruch bieten, so tritt die äußere Schicht dieser Kiesel unter anderer Gestalt auf, indem sie wolkig, unrein ist und allmählich in eine erdige Masse übergeht, die sich nach und nach mit der Kreide vereinigt. Die Kieselguhre sind lose, feinpulverige, sandartige Massen, die namentlich in Böhmen ziemlich verbreitet und den Tripelmassen sehr nahe verwandt sind, welche sich meist nur durch gelbliche Farbe davon unterscheiden.

Die Mühlsteine bilden eine eigene Abart der Quarzite, indem in §. 225.
ihnen festere Kiesel in eine weniger harte Masse eingebacken sind, wodurch diese Gesteine zu dem Gebrauche, welchen ihr Name andeutet, vor anderen geeignet erscheinen. Meist ist diese Bindemasse ein Kieselsand, zuweilen aber ist sie auch kalkig.

Auch den Prüfstein könnte man als einen besonderen Quarzit auf- §. 226.
führen, da er eine schwarze Farbe hat, während die anderen meist weiß sind, und eine eigene feine Rauhigkeit besitzt, wodurch er von den zu probirenden edlen Metallen winzige Partikelchen abreibt, die dann durch die Farbe des Striches den Gehalt des Goldes und Silbers approximativ angeben.

Der Jaspis endlich tritt an einigen Stellen in großen Massen auf, §. 227.
namentlich in der Nähe von Sandsteinfelsen, die mit granitischen Gesteinen in Berührung sind. Es ist ein Quarzit, der meist Bänderstructur zeigt und dessen lebhafte, helle Farben, die meist durch Eisen- oder Mangangehalt bedingt werden, ihn zu mannichfachem Gebrauche tauglich machen.

13. Kalk-Gesteine.

Der kohlensaure Kalk gehört zu den wenigen Mineralspecies, welche für §. 228.
sich allein große Massen von Gebirgen und somit auch eigenthümliche Felsarten bilden, die man mithin nicht nach ihrer Zusammensetzung oder Mengung classificiren kann, sondern wo man hauptsächlich die Aggregationszustände, in welchen der Kalk sich befindet, in's Auge fassen muß.

Krystallinische Kalksteine haben meist jenes eigenthümliche, saccha- §. 229.

Digitized by Google

roidische Aussehen, welches die Masse wie Zucker erscheinen läßt. Das Korn dieser Kalksteine ist sehr verschieden; ebenso ihre Härte und Zähigkeit, und bekanntlich unterscheiden sich die verschiedenen Marmorarten, welche den Typus der krystallinischen Kalksteine bilden, außerordentlich in dieser Hinsicht. Meist sind diese Gesteine weiß, spielen aber auch in's Graue und Röthliche; ja unter besonderen Umständen, namentlich wenn sie der Einwirkung der Hitze ausgesetzt gewesen sind, bieten sie zuweilen eine schwärzliche Farbe dar. Der krystallinische Kalkstein enthält sehr oft fremde Mineralien eingesprengt, und namentlich beobachtet man öfters Glimmerblättchen in der Masse, die zuweilen so sehr überhand nehmen, daß der Kalkstein förmlich in einen kalkhaltigen Glimmerschiefer übergeht. In anderen Fällen bildet der Glimmer Drusen und Nester im Kalksteine, die dann stets sehr reich an krystallisirten fremden Mineralien sind. Die weißen Marmorarten sind bekanntlich je nach der Größe und Gleichförmigkeit ihres Kornes sehr verschieden und ihres Gebrauches zu Bildhauerarbeit wegen außerordentlich gesucht.

§. 230. Concretionirte Kalksteine sind schon seltener. Der Alabaster zeigt ein schönes Beispiel dieser Structur, die zwar für den Mineralogen nicht sehr von derjenigen der krystallinischen Kalksteine abweicht, allein um so mehr im ökonomischen Gebrauche von Bildhauern und anderen Gewerken beachtet wird. Die meist kleinen rundlichen oder krystallinischen Körner liegen hier in einer mehr homogenen Masse eingebacken oder fast wie eingeschmolzen, so daß das Korn ungleich ist und der Bruch zuweilen flaserig wird. Auch in Leitungsröhren, Stalaktiten und anderen solchen aus dem Wasser abgesetzten Niederschlägen zeigt sich oft diese Structur. Die Gesteine erscheinen glasartig, durchscheinend, nicht so hell weiß wie der Marmor, und ihre Politur hat immer etwas Mattes und Fettiges.

§. 231. Der Oolithenkalk stellt eine eigenthümliche Form des concretionirten Kalkes dar. Er besteht aus lauter kleinen, kugelförmigen, zusammengebackenen Körnern, die zuweilen mehre schalenförmige Hüllen darbieten und nicht übel dem Laiche gewisser Fische gleichen, daher der Name. Zuweilen werden diese eiähnlichen Körner so groß wie Erbsen; meist aber zeigen sie sich nur stecknadelknopfgroß, mit einer großen Menge von Fossilen untermengt. Die Oolithenkalke sind ungemein weit verbreitet und erscheinen deshalb unter sehr verschiedenem Ansehen; meist sind sie ziemlich hart, fest und zeigen einen compacten, körnigen Bruch. Die Oolithen geben meist sehr gute Bausteine ab; ihre Farbe ist gelblich, zuweilen bläulich oder blaugrau; in den jurassischen Gebilden namentlich treten sie in großen Massen auf.

§. 232. Die Kreide zeigt einen erdigen Bruch, kaum körnige Beschaffenheit und scheint, nach Ehrenberg's Beobachtungen, fast einzig aus mikroskopischen Schalen kleiner mikroskopischer Polypen der Polythalamien oder

Digitized by Google

Rhizopoden zu bestehen. Die Schalen dieser Thiere, die man auch Foraminiteren genannt und irrthümlich unter die Cephalopoden, in die Nähe der Dintenfische und der Sepien gesetzt hat, finden sich in ungeheurer Menge in der Kreide nicht nur, sondern auch in anderen ähnlichen Felsarten, und es wird immer wahrscheinlicher, daß aller Kalk, der concretionirte und der krystallinische ausgenommen, nur aus Theilen fossiler Thiere besteht, und somit die Alten mit dem Axiome »omnis calx ex vivo« Recht hatten. Man unterscheidet, je nach dem verschiedenen ökonomischen Gebrauche, verschiedene Arten von weißer Kreide, die aber meist nur zu der größeren oder geringeren Menge von sandigen Massen oder zu der Festigkeit derselben Bezug haben.

Die Kreide mengt sich mit manchen anderen Bestandtheilen, mit Thon §. 233.
sehr oft, in anderen Fällen mit Chlorit, wo man sie unter dem Namen der chloritischen Kreide (Glauconit) unterschieden hat. Die chloritische Kreide ist meist sandig, mit vielen Quarztheilen gemengt, grünlich, gelb, selbst schwarz, und untauglich zu ökonomischem Gebrauche.

Nicht selten ist es auch, den festen Kalkstein allmählich Thon aufnehmen §. 234.
und damit endlich eine Masse bilden zu sehen, die mit Wasser teigig und Mergel genannt wird. Oft trifft man solche mergelige Kalksteine, die durchaus fest und hart erscheinen, aber, der Luft ausgesetzt, in kurzer Zeit verwittern und zerfallen. Die Mergel unterscheiden sich dadurch von den Thonen, mit denen sie sonst in ihrem Verhalten große Aehnlichkeit haben, daß sie mit Säuren aufbrausen und sich theilweise auflösen.

Auch Kieselerde nimmt der Kalk zuweilen auf, meist indeß bildet der Quarz eigene selbstständige Adern in der Masse.

In noch anderen Fällen wird er von Erdpech und Bitumen durchdrun- §. 235.
gen, und oft in so bedeutender Masse, daß er zu ökonomischen Zwecken, als Asphalt, zu Trottoirs, Wasserbecken u. s. w. ausgebeutet wird. Seyssel in Frankreich, Val de Travers in der Schweiz, Hall in Tyrol sind die vorzüglichsten Lagerstätten solcher asphaltigen Kalksteine, die meist eine schwärzliche Farbe haben und leicht an dem bituminösen Geruche erkannt werden. In einzelnen seltenen Fällen besteht die durchdringende Masse nicht aus Bitumen, sondern aus Anthracit, wo dann natürlich der Erdpechgeruch fehlt.

Compacte Kalksteine. In diesen unterscheidet man kein Korn §. 236.
mehr; die ganze Masse ist homogen, bricht muschelig und zeigt meist nur sehr wenig oder gar keine eingesprengte Mineralien, dagegen in den häufigsten Fällen eine Unzahl von Fossilen, welche darin abgelagert sind. Sie sind meistens weißlich, oder gelblich und graulich; die sogenannten lithographischen Schiefer bieten das reinste Beispiel dieser Felsart dar, die in ungeheuren Massen auf der Erde entwickelt ist. Zuweilen enthält der compacte

Digitized by Google

Kalk Gänge und Adern, in welchen sich meist Kalkspath oder Quarz, aber nur wenige andere Mineralien finden. Oft wird er in diesen Fällen so hart, daß er polirt werden kann und dann als geäderter Marmor in Gebrauch gezogen wird. Man erkennt diese geäderten Marmorarten auf der Stelle an den verschiedenfarbigen, sie durchziehenden Bändern und an der Dunkelheit ihrer Substanz, wenn sie einfarbig sind; während die ächten krystallinischen Marmorarten durchscheinend an den Rändern sind. Der compacte Kalkstein enthält zuweilen so viel Fossile, daß er gleichsam nur ein zusammengebackener Haufen von Versteinerungen scheint, wo man ihn dann Breccien- oder Lumachellenkalk nennt, eine Benennung, die nur auf der größeren Häufigkeit der Fossile beruht, da die eigentliche Masse des Breccienkalkes sich in Nichts von den anderen compacten Kalken unterscheidet.

§. 237. Der Grobkalk ist ebenfalls eigentlich nur eine Abart des compacten Kalksteins, mit welchem er sich durch viele Uebergänge verbindet. Er unterscheidet sich von diesem durch viele größere und kleinere Löcher und Höhlen in seiner Masse, die meist von verschwundenen Versteinerungen herrühren und dem Ganzen ein grobkörniges unregelmäßiges Aussehen geben. Er ist meist sehr unrein, gelb, weißlich oder braun, und als Baustein, seiner leichten Bearbeitung wegen, geschätzt.

§. 238. Im Süßwasserkalke findet sich eine andere Art von Höhlungen, nämlich feine Löchlein, röhrenförmig nach oben in senkrechter Richtung verlängert, die darauf hindeuten, daß diese Kalksteine in seichten sumpfigen Meeren und Teichen abgesetzt worden, wo eine beständige Gasentwickelung vom Boden aus stattfand, wie wir dies auch noch jetzt in den Tümpeln wahrnehmen. Die Luftbläschen, welche emporstiegen, drängten sich durch die halbweiche Absatzmasse durch und ließen so diese feinen Röhrchen und Löchlein zurück. Meist finden sich in diesen Süßwasserkalken eine Unzahl kleiner, fast mikroskopischer Versteinerungen, besonders Ueberreste von kleinen Krebsen, Cypris, die noch jetzt in den süßen Wässern leben.

Es gehören noch zu den Süßwasserkalken die Tuffarten, deren Textur äußerst unbeständig ist, und die wir überall sich bilden sehen, wo kalkhaltige Quellen und Wässer Niederschläge absetzen. Oft ist der Tuff körnig, blätterig, zellig und aufgeblasen, in anderen Fällen sehr fest, strahlig und concentrisch in Knollen abgelagert, oft auch nur erdig. Meist erkennt man im Innern der Tuffmassen fremde Körper, auf welche sich der Kalk niederschlug. Der Travertin ist nichts Anderes, als ein ziemlich fester, compacter Tuff.

Digitized by Google

14. Dolomite.

§. 239. Die Dolomite bilden eine eigene Klasse von Gesteinen, welche den Kalken insofern nahe stehen, als wahrscheinlich die größte Menge derselben durch nachherige Veränderung ursprünglich als Kalkstein abgelagerter Schichten entstanden ist. Die ächten Dolomite bestehen aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Bittererde, in deren Gemische beide Basen so vertheilt sind, daß sie gleiche Mengen von Sauerstoff enthalten. Dies Verhältniß wechselt indeß sehr mannichfach und namentlich kommen alle Abstufungen von durchaus reinem Kalkstein bis zu den an Bittererde reichsten Dolomiten vor. Im Uebrigen zeigen die Dolomite in ihrem äußeren Verhalten wenig Verschiedenheiten unter sich, weit weniger als die Kalke. Sie sind meistens krystallinisch, mit glänzendem, fast perlmutterartigem Bruche, oder aber compact und erdig. Im ersteren Falle gleichen sie oft täuschend den krystallinischen Kalkgesteinen, zeigen aber doch fast immer, außer dem chemischen Unterschied, eine besondere Rauhigkeit beim Befühlen, welche von einer eigenthümlichen Anordnung der kleinen Krystalle herkommt. Diese nämlich haben meist zugespitzte Enden, und gruppiren sich so unter einander, daß stets einige mit ihren Spitzen um einen Mittelpunkt stehen. Es entstehen dadurch kleine von Spitzen umstarrte Höhlungen, die fast den Krystalldrusen im Kleinen gleichen, wenn auch mit dem Unterschiede, daß hier die Krystalle nicht auf der Wand der Druse angeheftet sind, sondern vielmehr, daß sie aus der Masse des Gesteines selbst hervorragen. Diese eigenthümliche Anordnung der Krystalle im Dolomite wird durch die Verwitterung, wenn sie nicht zu gänzlichem Zerfallen führt, noch deutlicher, und da bei dieser anfänglichen oberflächlichen Verwitterung die Krystalle noch mehr hervortreten, so wird dadurch auch die ursprüngliche Rauhigkeit noch vermehrt. Der Dolomit spaltet und zerklüftet sich leicht; die aus ihm gebildeten Berge gleichen oft einem Haufen von Zuckerstücken, die unregelmäßig auf einander geschüttet wurden. Es scheint, als ob diese Zerklüftung eine einfache Folge jener chemischen Umwandlung des ursprünglich abgelagerten Kalksteines in Dolomit sei, wo die Hälfte der Kalkerde durch Bittererde ersetzt wurde, die ein geringeres Volum einnimmt, wodurch also nothwendig hohle, leere Räume und endlich Klüfte entstehen mußten. Die Farbe der Dolomite, deren Korn und Consistenz sehr verschieden sein kann, ist meistens weiß, zuweilen schwärzlich. Im Verhältnisse zu den Kalken sind die Dolomite nur wenig entwickelt, wenn auch für den Geologen, eben dieser scheinbaren Umwandlung und Ersetzung der Kalkerde durch Bittererde wegen, von dem höchsten Interesse. Fossile findet man nur selten im Dolomite, meist nur ihre Abgüsse; die etwa erhaltenen Schalen enthalten ebenfalls Bittererde, ein sicherer Beweis, daß diese später gleichsam in das Gestein einfil-

Digitized by Google

trirt wurde, da die Schalen und Knochen der Thiere keine Bittererde enthalten.

§. 240. Es giebt schieferige Dolomite, die ihr Ansehen namentlich einer bedeutenden Beimischung von Talk verdanken, wodurch sie ein glänzendes Aussehen und glatte Absonderungsflächen enthalten. Die talkhaltigen Dolomite des Gotthard, welche eine Lagerstätte der mannichfaltigsten Mineralien bilden, gehören dieser Felsart an.

Auf der andern Seite kennt man auch durchaus compacte Dolomite mit erdigem Bruch, meist von grauer, gelber oder brauner Farbe, welche sich von den compacten Kalken nur durch eine gewisse Rauhigkeit im Anfühlen unterscheiden, die indeß weit geringer ist, als die des krystallinischen Dolomites. Man findet in diesen compacten Dolomiten häufig kleine Höhlen, die mit pulveriger Substanz ausgefüllt sind. Meistens haben diese Dolomite nicht genau die atomistisch gleiche Zusammensetzung der krystallinischen, sondern bald Ueberschuß, bald Mangel an Bittererde.

In einigen Fällen endlich findet man den Dolomit wohlgeschichtet, mit oolithischer Structur und zuweilen mit Thon oder Bitumen durchdrungen; in diesen Fällen scheint er nicht, wie der übrige Dolomit, eine metamorphosirte Felsart, sondern ursprünglich in dieser Weise abgesetzt zu sein.

15. Gyps-Gesteine.

§. 241. Der schwefelsaure Kalk erscheint in der Natur unter zwei Formen, als Hydrat oder eigentlicher Gyps und als Anhydrit.

Der Anhydrit gleicht in seinem äußeren Ansehen sehr dem krystallinischen Kalk, dessen Structur und Farbe er hat; unterscheidet sich aber sogleich durch sein Verhalten gegen Säuren, indem er nicht aufbraust. Er ist merkwürdig besonders in technischer Hinsicht durch seinen Gehalt an Steinsalz, welches fast nie fehlt, und oft in so großer Menge darin vorkommt, daß es mit Vortheil daraus gewonnen werden kann. Oft bildet das Steinsalz mehr oder minder compacte isolirte Massen darin, meist aber ist es in der ganzen Substanz zerstreut und nur durch Auslaugen darstellbar.

In den Thonmergeln findet man häufig sogenannte Trippsteine, eigenthümliche gewundene Concretionen, die aus Anhydrit bestehen und etwa den Silex-Concretionen in der Kreide verglichen werden können.

§. 242. Das Hydrat des schwefelsauren Kalkes, der Gyps, ist weit häufiger als der Anhydrit, zumal da letzterer bei längerem Aussetzen an der Luft und bei Aufnahme von Wasser sich in Gyps umwandelt. Es giebt Gypsbrüche, welche eigentlich im Anhydrit angelegt sind, die man eine Zeitlang ausbeutet und dann ruhig der Einwirkung der Atmosphäre überläßt, welche allmählich die oberflächlichen Anhydritschichten in Gyps wandelt. Es scheint

Digitized by Google

sogar wahrscheinlich, daß der meiste Gyps, den man jetzt findet, sich ursprünglich als Anhydrit bildete. Meist ist der Gyps krystallinisch, saccharoidisch; zuweilen flaserig oder schieferig. In anderen Fällen mischt er sich mit kohlensaurem Kalk in verschiedenen Proportionen, und bald sind diese Kalke, wie in den Alpen, unächte Marmorarten, bald selbst, wie in der Nähe von Paris, sehr reich an Fossilen.

16. Steinsalz.

Das Steinsalz bildet meist eine durchscheinende, hyalinische Masse von §. 243.
metallischem Atlasglanz, die aus verwirrt durch einander gelagerten Krystallen besteht und oft in Bändern oder Schichten innerhalb der Gypse und Anhydrite abgelagert ist, zuweilen aber auch bedeutende, imposante Massen für sich allein bildet. Es ist selten ungefärbt, meist gelblich, grün oder blau, auch violett, und bietet zuweilen in seinem Inneren Höhlungen, die von Wasser erfüllt sind, in welchen eine kleine Luftblase schwimmt. Die Hauptlagerstätte des Steinsalzes findet sich in den triasischen Schichten, allein ganz in gleicher Weise, wie Steinkohlen nicht nur in dem eigentlichen Kohlenterrain, sondern auch in anderen Formationen vorkommen können, so findet sich auch Salz in vielen anderen Schichten hie und da angehäuft.

17. Eisensteine.

Die Eisenerze kommen in den verschiedensten Formen und Zusammen- §. 244.
setzungen vor, und obgleich sie nur selten größere Massen oder gar eigenthümliche Berge bilden, so sind sie doch einestheils so wichtig für die Industrie, und anderntheils wirklich so bedeutend hinsichtlich ihres Antheils an der Bildung der Erdrinde, daß sie hier nicht mit Stillschweigen übergangen werden können.

Der Spatheisenstein oder Braunkalk bildet für sich allein hie §. 245.
und da einzelne Hügel und liefert unmittelbar ein schmiedbares Eisen, so daß man ihn auch Stahlerz genannt hat. Er besteht hauptsächlich aus kohlensaurem Eisenoxydul, meist mit Kalk, Kieselerde und Silicaten gemengt und verunreinigt. Er ist meist compact, mehr oder weniger fest und körnig, zuweilen selbst blätterig oder krystallinisch und schmilzt vor dem Löthrohre in braunrothe Körner, die den Magnet anziehen. In der Steinkohlenformation findet er sich sehr häufig in Form von Nieren und Nestern, die zuweilen so zusammenfließen, daß sie förmliche Schichten bilden. Sein Bruch ist dann erdig, die Farbe grau metallisch, das Pulver gelblich. Diese Eisennieren (Fer en rognons) haben oft eine mit krystallinischen Massen ausgekleidete Höhlung im Inneren. Zuweilen findet sich der Spath-

Digitized by Google

eisenstein in ähnlichen Verhältnissen, dem Kalksteine gegenüber, wie der Dolomit, und scheint dann nur eine nachträgliche Metamorphose des Kalkes zu sein. In den Klüften und Spalten, die er als Gangmasse ausfüllt, findet er sich in krystallinischer Masse.

§. 246. Der Magneteisenstein findet sich meist im Gneiße in Form von Bänken und platten Gängen, und ist von allen Eisenerzen dasjenige, welches zur Stahlbereitung am meisten geschätzt wird. Schweden und Norwegen haben die bedeutendsten Massen dieses Gesteines. Es besteht aus einer Mengung von Eisenoxydul und Eisenoxyd, die compacte, blätterige oder krystallinische Massen bildet, eine schwärzliche Farbe hat und meist nicht nur sehr stark vom Magnet angezogen wird, sondern auch selbst magnetisch ist.

§. 247. Das Eisenoxyd stellt sich bald als blätterige Masse von grauer Farbe und starkem Metallglanze dar, wo es Eisenglanz oder Eisenglimmer genannt wird, bald als Thoneisenstein oder Blutstein, wo es compact erdig, von braunrother Farbe ist und sehr häufig nur als erdige, zerfallende Masse in den Gängen sich findet.

Im letzteren Falle verbindet es sich meist in mehr oder minderer Quantität mit Thonerde, wo es dann die weiche Textur der festeren Mergelarten erhält und als Rothstift benutzt wird. Die bekannte Siegelerde von Lemnos gehört zu diesen Blutsteinen.

In ähnlicher Weise verbindet sich auch der Eisenglimmer zuweilen mit Kieselerde und bildet schieferige Massen, die aber nur durch ihren größeren Gehalt an Eisen sich von den gewöhnlichen Kieselschiefern unterscheiden.

§. 248. Das Bohnerz (Raseneisenstein, Fer pisolitique) findet sich sehr häufig in fast allen Formationen in Form kleiner Körner, die meist eine concentrisch schalige Structur zeigen und in ihrer Größe von derjenigen eines Stecknadelknopfes bis zu der einer Faust und mehr wechseln. Die Bohnerze scheinen in einigen Gegenden das Product heißer Quellen zu sein; an anderen Orten finden sie sich namentlich in Torfen, Sumpfgegenden, und sind dann oft durch Anhäufungen kleiner Pflanzen, Gaillonellen, hervorgebracht.

§. 249. Die Eisenkiese (Pyrites de fer), unter welchen man meist zwei Arten, den goldgelben Schwefelkies und den weißlichen Wasserkies, unterscheidet, finden sich in Gängen in krystallinischer Form, und enthalten meist andere Metalle eingesprengt, denen zu Liebe sie ausgebeutet werden.

18. Fossile Brennstoffe.

§. 250. Die fossilen Brennmaterialien bilden zwar eigentlich keine besonderen Gesteine; da aber ihr Gebrauch so wichtig und ihre Aufsuchung und Ge-

Digitized by Google

winnung in unseren Tagen von den größten Folgen für die Industrie und Wohlhabenheit eines Landes ist, so erscheint es nöthig, hier kurz auf die verschiedenen Arten derselben einzugehen, um so mehr, als einige derselben wirklich in bedeutender Masse in die Structur der Erdrinde mit eingehen.

In den Torfen unterscheidet man meist noch die pflanzliche Structur. §. 251.
Sie bilden bräunliche oder schwärzliche erdige Massen, in welchen die Pflanzensubstanz meist in Humussäure umgewandelt ist, und ihre tägliche Entstehung beweist, daß sie namentlich aus Moosen und Gräsern, mithin aus holzlosen Pflanzen und deren Wurzeln sich bilden, was indeß nicht ausschließt, daß man oft darin auch Bruchstücke größerer Sträuche und Bäume trifft. Die Torfe brennen meist mit Flamme und Hinterlassung einer leichten Kohle, die bald in braune, eisenhaltige Asche zerfällt. Bei der Destillation geben sie Essigsäure, eine Art Oel und brennbare Gase in geringer Quantität. Man findet sie in großer Menge besonders in den nördlichen Gegenden in Becken, wo die Gewässer nicht gehörigen Abfluß haben.

Die Braunkohle (Lignite) zeigt schon älteren Ursprung als der Torf, §. 252.
und somit auch wesentlichere Veränderungen. Sie bildet oft ziemlich mächtige Schichten, in welchen man oft noch die Form der Baumstämme, die Früchte, stets die Structur des Holzes wiedererkennt. Meist ist durch die Compression eine blätterige Absonderung bemerklich, die Farbe gewöhnlich schwarzbraun erdig; zuweilen ist die Braunkohle in eine förmliche erdige Masse zersetzt (Umbererde), in anderen Fällen ähnelt sie im Gegentheile durch einen harzigen Glanz der Steinkohle (Pechkohle); zuweilen ist sie durch Infiltration versteinernder Massen so verhärtet, daß sie sich poliren und zu dunkelfarbigen Verzierungen benutzen läßt. Sie brennt mit viel Flamme, rußigem, übelriechendem, erstickendem Rauche und läßt nach der Flamme eine leichte Kohle. Sie ist als Brennmaterial nicht so gesucht, als die Steinkohle, aber immer ein treffliches Ersatzmittel des Holzes.

Die Steinkohle (Houille) bildet eine schwarze, meist glühende und §. 253.
schimmernde Masse, die mit Leichtigkeit brennt, starke Flammen wirft und dabei sich so aufbläht und schmilzt, daß die einzelnen Stücke zusammenbacken. Die auf diese Art gebildete Kohle, die bei der gänzlichen Verbrennung nicht mehr flammt, hat Metallglanz, ist hart, leicht und zellig, und wird Coke genannt. Sie giebt bei der Destillation Oelgas, Harz, Pech und keine Essigsäure, wie die Braunkohlen, dagegen Naphthalin. Je nach ihrer Anwendung zur Heizung, zur Gasbeleuchtung, zu Hochöfen und anderen ökonomischen Zwecken unterscheidet man viele Varietäten von Steinkohlen, die namentlich je nach der Leichtigkeit ihres Brandes, der Qualität der Cokes ꝛc. geschätzt werden, und für welche fast jeder Ort seine eigenthümliche Bezeichnung hat. Die Steinkohlen bilden meist mächtige Schichten, die oft schieferig sind.

Digitized by Google

§. 254. Der Anthracit (Glanzkohle) zeigt die höchste Stufe von Fossilirung des Kohlenstoffes. Er ist schwarz, meist von metallischem Glanze; brennt nur schwierig ohne Flamme und Rauch, wobei er meist in Stücke springt, giebt bei der Destillation kein Gas und keine pechartigen Substanzen; entwickelt aber ungemein viel Hitze und ist deshalb namentlich für Hochöfen gesucht, wo man ihn, um ihn zum Brennen zu bringen, mit Steinkohle oder Holz mengt. Er ist offenbar durch eine weitere Veränderung der Steinkohle erzeugt, und nicht selten sieht man diese letztere in der Nähe von plutonischen und basaltischen Gesteinen in Anthracit übergehen. In den metamorphischen Schichten der älteren Ablagerungen kommt nur selten Steinkohle, meist Anthracit vor; ein Beweis, daß die Ursache, welche den Metamorphismus bedingte, auch auf die Natur der Steinkohle großen Einfluß ausübte.

§. 255. Der Graphit endlich oder das Wasserblei kann nur uneigentlich zu den fossilen Brennmaterialien gerechnet werden, da er bekanntlich nicht brennt. Der Kohlenstoff, der ihn größtentheils zusammensetzt, scheint in ihm in einem eigenthümlichen Zustande sich zu befinden, der vielleicht bedingt ist durch die Verbindung mit Eisen, das den Graphit als eigentliches Element mit bilden hilft.

---

§. 256. Es giebt endlich noch eine eigenthümliche Klasse von Gesteinen, die einzig nur nach ihrer äußeren Erscheinung, nach den Gestalten, unter welchen sie auftreten, unterschieden werden können, und bei welchen weder die Structur, noch die Zusammensetzung genügende Anhaltspunkte gewähren können. Meistens giebt auch bei diesen Felsarten die äußere Form zugleich einen Anhalt, um daraus auf ihre Entstehung schließen zu können, und zwar scheint diese Entstehung bei den meisten der jetzt anzuführenden Gesteine in der Art vor sich gegangen zu sein, daß sie durch Zertrümmerung früherer, in anderer Weise gestalteter Ablagerungen entstanden sind, welche wieder durch spätere Einflüsse zu Neubildungen verwandt worden. Vielleicht wäre es zweckmäßig, die Laven, welche in ihrer Structur und Zusammensetzung so verschieden sind, auch in dieser Abtheilung zu behandeln, da ihre Entstehung stets dieselbe ist; da es indeß schwer hält, die Laven von den übrigen Felsarten vulcanischen Ursprunges zu trennen, die, wie die Basalte und Trappe, älter sind und doch durch unmerkliche Zwischenstufen sich an die Laven anschließen, so erscheint es vor der Hand noch zweckmäßig, die Laven je nach ihren einzelnen Bestandtheilen den übrigen Gruppen unterzuordnen. Es ist hier schwierig, zu trennen, da diese offenbar vulcanischen Gesteine sich durch die allmählichsten Uebergänge an die plutonischen anschließen. Die Basalte sind z. B. oft kaum von den Melaphyren zu trennen,

Digitized by Google

dieſe wieder gehen in die Porphyre und die Porphyre in die Granite über, von welchen aus ſich wieder eine ununterbrochene Linie durch die Gneiße, Grauwacken und Schiefergebilde hindurch erſtreckt. Die Trennung kann hier nur künſtlich ſein, da die Natur Alles mit einander verſchmolzen hat.

19. Sandſteine.

Man unterſcheidet je nach der Größe und Form der darin eingebackenen Fragmente: §. 257.

Conglomerate oder Puddinge. Fragmente von verſchiedener Geſtalt, aber mehr oder minder abgerundet, aus der Zerſtörung anderer Felsarten hervorgegangen, ſind in einem fremdartigen Mörtel eingebacken. Dieſe Fragmente können von der verſchiedenſten Art und ebenſo die Bindemaſſe bald kalkig, thonig oder kieſelig ſein. Oft hält es ſchwer, dieſe Puddinge von den Mandelſteinen zu unterſcheiden, was in manchen Fällen ſehr wichtig iſt, da nothwendig bei den Conglomeraten die Fragmente vor der Bindemaſſe beſtanden haben müſſen, während ſie in den Mandelſteinen gleichzeitig entſtanden ſein können. Die Puddinge ſind meiſt Erzeugniſſe wäſſeriger Ablagerungen; die Fragmente finden ſich darin abgerundet als Rollſteine. Man findet die Puddinge meiſt an der Grenze der Formationen, wo zuweilen die oberen Schichten der älteren Formation zertrümmert ſind, und dieſe Trümmer zu einer Maſſe durch die Ablagerungen der neueren Formation zuſammengebacken wurden. Die Bindemaſſe iſt in den excluſiv ſo genannten Conglomeraten meiſt thonig oder thonig-kieſelig, mehr oder weniger ſandſteinähnlich, und es finden ſich überhaupt alle möglichen Uebergänge von den groben Puddingen, die zuweilen fußgroße Stücke einſchließen, bis zu den Sandſteinen, die ein gleichförmiges Korn beſitzen.

Die Nagelflue (Gompholit) iſt eine Felsart, die namentlich in der Schweiz in bedeutenden Maſſen entwickelt iſt und ſich nur dadurch von den gewöhnlichen Puddingen unterſcheidet, daß die Bindemaſſe nicht thonig oder kieſelig, ſondern kalkig iſt und mit Säuren aufbraust. Die Conſiſtenz dieſer Nagelfluen iſt ſehr verſchieden; die härteſten werden als Mühlſteine benutzt, die meiſten ſind inſofern unbrauchbar, als die Bindemaſſe leicht verwittert und die einzelnen Conglomerate dadurch loſe werden. §. 258.

Die Breccien (Brèches) unterſcheiden ſich nur dadurch von den Conglomeraten und Puddingen, daß die in der Grundmaſſe eingebackenen Fragmente nicht rund, ſondern eckig ſind. Meiſt unterſcheidet man ſogar dieſe Breccien nur in beſonderen Fällen, wie namentlich die Knochenbreccien, die ſowohl in tertiären als triaſiſchen Ablagerungen häufig vorkommen und aus einer Unzahl von Knochen und Schalenſtücken gebildet ſind, welche durch einen gemeinſamen Mörtel vereinigt werden. Auch vulcaniſche Breccien §. 259.

Digitized by Google

unterscheidet man öfter, wenn die vulcanischen Durchbrüche an den Wänden der Schlote die umstehenden Gesteine zerbröckelt und in ihre feuerflüssigen Massen eingeschlossen haben.

§. 260. Die eigentlichen Sandsteine bieten ein gleichförmiges Korn dar, das durch eine Bindemasse zu einem compacten Gesteine verbunden ist. Die Festigkeit dieses Mörtels bedingt einzig die Verschiedenheit zwischen dem wahren Sande, sei er nun mehr oder weniger fein, und den Sandsteinen — letztere sind nur ein durch Mörtel verbundener Sand, und das Korn des Sandsteines hängt von der Größe der Sandkörner ab, welche durch den Mörtel vereinigt wurden. Man unterscheidet, je nach der Natur der Körner und des Mörtels, mehre einzelne Arten von Sandsteinen.

§. 261. So unterscheidet man ziemlich allgemein unter dem Namen von Psammiten diejenigen Sandsteine, welche bei thonig-kieseligem Mörtel neben den Kieselkörnern auch noch Glimmerblättchen enthalten, die meist nach einer gewissen Richtung gelagert sind, und dadurch dem Sandstein ein schieferiges Gefüge geben. Das Schimmern des Glimmers unterscheidet die Psammite leicht von den übrigen gewöhnlichen Sandsteinen, welche nur Quarzkörner enthalten. Die Psammite kommen namentlich in den älteren Formationen oft als Begleiter der Steinkohlen vor.

§. 262. Kieselige Sandsteine, deren Mörtel aus Kalk besteht, werden Molasse genannt. Sie sind namentlich in der Nähe der Alpen in großer Mächtigkeit entwickelt, meist von grünlicher Farbe und sehr verschiedener Härte. Sie verhalten sich zu der Nagelflue, wie die gewöhnlichen Sandsteine zu den Puddingen.

Der Macigno ist nur eine Abart der Molasse, seine Bestandtheile sind die nämlichen, seine Härte nur etwas größer.

20. Thongesteine.

§. 263. Wir begreifen unter dieser Kategorie eine Reihe von Gesteinen, deren Zusammensetzung äußerst wechselnd ist und die oft, wie die sandigen Gesteine, nur das Resultat einer noch weiter getriebenen mechanischen Reduction früher vorhandener Gebilde scheinen.

Man unterscheidet verschiedene Thongesteine, deren Unterschiede einerseits aus der verschiedenen Festigkeit, andererseits aus besonders charakteristischen Einmischungen hervorgehen.

§. 264. Der plastische Thon (Pfeifenerde, Terre glaise) ist ein inniges Gemenge von Kieselerde und Thonerde, das mit Wasser einen zähen Teig bildet, sich in alle Formen bringen läßt, und im Feuer hart und unbrauchbar zu fernerem Anrühren mit Wasser wird. Die Farben des plastischen Thones sind außerordentlich verschieden, je nach den verschiedenen Me-

Digitized by Google

tallsalzen, die ihm beigemengt sind; ebenso seine Güte, da er meist Beimischungen von Sand oder anderen körnigen Bestandtheilen enthält, die ihm zuweilen seine seifige Beschaffenheit ganz rauben.

Die Walkererde (Terre à foulon) ist nur eine Abart des plastischen §. 265.
Thones, die Magnesia enthält und begierig fettige Massen auffsaugt, weshalb man sie zum Entfetten der Gewebe und der Wolle besonders benutzt. Sie bildet mit Wasser nur einen kurzen Teig, der nicht so bildsam ist als der plastische Thon.

Der plastische Thon verliert manchmal durch fremdartige Beimischungen mehr oder minder seine bildsame Beschaffenheit und die Fähigkeit, einen recht zähen Teig mit Wasser zu bilden; — man bezeichnet ihn in diesem Falle mit dem Namen Lehm (Limon).

Zuweilen enthält der Thon eine bedeutende Menge von Eisenoxyd, das ihm eine gelbe, braungelbe und selbst rothe Farbe giebt. Diese verschiedenen Ockerarten, deren feinste die Sienaerde ist, sind als Farben im Handel gesucht.

Die verschiedenen Thonschiefer sind nichts Anderes als verhärtete §. 266.
Thone, die meist durch Compression oder durch die Erstarrung an sich die schieferige Structur erhalten haben. Dies ist um so gewisser, als man alle verschiedenen Uebergänge, von dem weichsten Thone, der in großen Massen abgelagert ist, bis zu den härtesten Schiefern in demselben Gesteine und bei vollkommen gleicher Zusammensetzung beobachten kann, da sie oft bei der Verwitterung wieder ächten plastischen Thon erzeugen. Die gewöhnlichen Thonschiefer schmelzen leicht vor dem Löthrohre, bilden mehr oder minder feste Massen, die nur bis auf einen gewissen Grad theilbar sind und oft die pseudo-reguläre Structur besitzen, wodurch sie sich in scheinbar regelmäßige, rhomboidale Stücke zerlegen und bei fortschreitender Verwitterung in plastischen Thon zerfallen. Sie haben meist eine graue, in's Bläuliche ziehende Farbe, und gehen an der Luft, durch Oxydation des in ihnen enthaltenen Eisens, in's Gelbe und Rothe über.

Die Dachschiefer (Ardoise) sind nur eine Abart der gewöhnlichen §. 267.
Thonschiefer, und dadurch charakterisirt, daß ihre Theilbarkeit wirklich bis in's Unendliche fortgeht. Sie enthalten, wie die gewöhnlichen Thonschiefer, eine Menge anderer Mineralien in bedeutender Quantität eingesprengt.

Der Wetzschiefer (Coticule) ist eine andere Abart der Thonschiefer §. 268.
mit beschränkter Theilbarkeit und bedeutendem Gehalte an Kieselerde, die ihm öfters einen muschligen Bruch und eine gewisse feine Rauhigkeit ertheilt, wodurch der Stahl abgenutzt und so die Schneide der Messer zugeschliffen wird. Der Wetzschiefer ist meist gelb und in dem Thonschiefer in Form von Gängen und Bänken abgelagert, die mit der Schichtung und nicht mit der Schieferung parallel gehen. Diese letztere ist sogar in den Wetzschieferbrüchen

Digitized by Google

meiſt durchaus unabhängig von der Schichtung und ebenſo auch von der Umänderung des Thonſchiefers in Wetzſchiefer, daß daſſelbe Schieferblatt meiſt von beiden Geſteinen enthält und die ſchieferige Ablöſungsfläche quer durch dieſelben hindurchgeht — der beſte Beweis, daß die ſchieferige Structur erſt eine Folge von Einflüſſen war, welche nach der Ablagerung des Thones eintraten.

§. 269. Die Grauwacke iſt ein eigentlicher Thonſchiefer mit einem bedeutenden Ueberſchuſſe von Quarz, der in Form von körnigen Maſſen darin abgelagert iſt, deren Körnung aber doch nicht ſo weit geht, um einen wahren Sandſtein daraus zu machen. Man kann zweifelhaft ſein, ob man die Grauwacke zu den Sandſteinen oder zu den Thonſchiefern rechnen ſoll, da ſie gleich häufig in beide übergeht — ihr Platz ſcheint indeß vielleicht beſſer bei den letzteren gewählt, weil die ächte Grauwacke ſtets ſchieferige Textur zeigt. Die kieſelige Beimiſchung giebt der Grauwacke eine eigenthümliche Rauhigkeit und Feſtigkeit; auch ihre Härte iſt ſo bedeutend, daß ſie meiſt am Stahle Funken giebt.

§. 270. Man hat die ſchieferigen Geſteine im Allgemeinen unter dem Namen Phylladen begriffen; dann wieder dieſe Bezeichnung auf den Dachſchiefer allein beſchränkt und von den übrigen noch obenein unter dem Namen Ampelite mehre Geſteine getrennt, deren Hauptbeſtandtheil Thonſchiefer iſt, die aber noch andere charakteriſtiſche Mineralien enthalten. Hierher gehört namentlich der Alaunſchiefer (Ampelite alunifère), der noch außer Thonerde Schwefeleiſen enthält, durch deſſen Verwitterung und Zerſetzung in der Hitze Alaun gebildet werden kann. Er wird namentlich in Thüringen und bei Saarbrück zu dieſem Zwecke ausgebeutet. Meiſt enthält der Alaunſchiefer auch noch Kohlenſtoff, und oft nimmt dieſer ſo überhand, daß er zu wirklichem Zeichnenſchiefer (Ampelite graphique) wird, der ſeines bedeutenden Graphitgehaltes wegen zu groben Bleiſtiften benutzt wird.

§. 271. Ebenſo miſcht ſich der Thonſchiefer zuweilen mit Kalk, welche ſogenannten Kalkſchiefer (Calschiste) nichts Anderes als verhärtete ſchieferige Mergel ſind. Zuweilen enthalten dieſe Mergelſchiefer bedeutende Mengen von Erdpech oder auch von Kupferglanz, wie namentlich im Mansfeldiſchen, wo dieſe bituminöſen, kupferhaltigen Mergelſchiefer unter dem Namen Kupferſchiefer ausgebeutet werden.

Digitized by Google

Drittes Kapitel.

Specielle Geognoſie.

Es wurde ſchon früher bemerkt, daß die Erdrinde einer Moſaik könne §. 272.
verglichen werden, welche aus verſchiedenen Stücken zuſammengeſetzt ſei, deren gegenſeitiges Ineinandergreifen die Verſchiedenheiten bedingt, welche man auf der Erdoberfläche hinſichtlich der mineraliſchen Beſtandtheile beobachtet. Man kann unter den Stücken, je nach der Form, unter welcher ſie auftreten, drei verſchiedene Klaſſen aufſtellen.

1. Schichten. Unter dieſem Ausdrucke verſteht man große, tafelförmige Stücke, welche in ihrer ganzen Ausdehnung ſo ziemlich dieſelbe Dicke beibehalten und deren einſchließende Flächen mithin etwa parallel unter einander ſind. Die Schichten haben im Allgemeinen dieſelbe Dicke und auch dieſelbe Zuſammenſetzung in ihrer ganzen Flächenausdehnung, obgleich auch hier es vorkommen kann, daß geringe Abweichungen ſich zeigen. Dieſe Gleichförmigkeit derſelben Schicht in ihrer ganzen Flächenausdehnung erſtreckt ſich aber nur in horizontaler, nicht in verticaler Richtung; die unten und oben liegenden Schichten ſind oft ſowohl in Structur und Dicke, als auch in Zuſammenſetzung gänzlich verſchieden, und es kommt nicht ſelten vor, daß Schichten, welche offenbar in einem und demſelben Gewäſſer ſich abgeſetzt haben, welche dieſelben Verſteinerungen einſchließen und mithin ganz analoge Entſtehung haben, dennoch in allen mineralogiſchen Charakteren außerordentlich von einander verſchieden ſind. Man ſieht ſogar nicht ſelten, daß ſolche unter ſich verſchiedene Schichten regelmäßig mit einander abwechſeln, und ſo gewiſſe Reihenfolgen darbieten, welche von oben nach unten in derſelben Ordnung ſich wiederholen. So kommt es z. B. nicht ſelten vor, daß ein ſchieferiger, blätteriger Thon in der Tiefe zum Vorſchein kommt, auf welchem Bänke von Kalkſtein liegen, die unten ſchieferig und mergelig ſind und nach oben zu, immer dicker werdend, auch zugleich mehr und mehr ihren Thongehalt verlieren, bis ſich endlich nur dicke Kalkſchichten finden. Plötzlich hören dieſe auf und von Neuem wiederholt ſich die ganze Reihenfolge, und ſo oft mehrmals hinter einander. Oft ſogar ſind die Abwechſelungen noch häufiger, mehrfache Sand-, Kreide-, Kalk- und Mergelſchichten wechſeln mit einander ab, und dennoch zeigt die gegenſeitige Verbindung dieſer Schichten, ihre gemeinſame Erſtreckung und die Gleichförmigkeit der in ihnen enthaltenen Foſſilien, daß ſie einer und derſelben Bildungsepoche angehören.

Digitized by Google

§. 273. Die einzelnen Schichten, welche zusammen ein Ganzes bilden, sind von einander durch Absonderungsflächen oder Schichtungsklüfte geschieden, die nur selten so verklebt sind, daß beide Schichten an einander halten. Man darf mit diesen Schichten nicht gewisse Absonderungsflächen verwechseln, die sich sehr häufig in den Schichten zeigen, die geradlinig, parallel unter einander sind und dem Ganzen schieferige Structur ertheilen. Oft sind diese schieferigen Absonderungsflächen den Schichtflächen parallel (Fig. 51), meist aber, wie in der beistehenden Figur 52, unter gewissen Winkeln zu denselben geneigt. Zuweilen findet man selbst zwei verschiedene Systeme solcher Blättertheilungen in derselben Schicht, die sich dann unter gewissen Winkeln schneiden. In manchen Fällen können diese Blättertheilungen sogar weit auffallender werden, als die eigentlichen Schichtflächen, und es erfordert meist eine in's Einzelne eingehende Beobachtung und Vergleichung mit anderen Localitäten, um die Blätter von den Schichten unterscheiden zu können. So kommt es namentlich oft vor, daß in gewundenen Schichten, wo die einzelnen Platten vielfach im Zickzack in einander gebogen sind, die Schieferungsklüfte durchaus parallel unter einander sich fortsetzen, unbekümmert um die Schichtenklüfte, Fig. 53. In allen solchen Verhältnissen wird die Unterscheidung ziemlich schwierig zwischen der Schichtung und der Schieferung, namentlich in der Nähe, wo oft die Regelmäßigkeit der Schichtung nicht so deutlich hervortritt, als wenn man das Gebirge in einiger Entfernung betrachten kann.

Fig. 51.

Fig. 52.

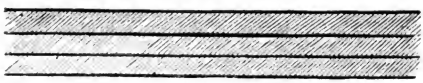
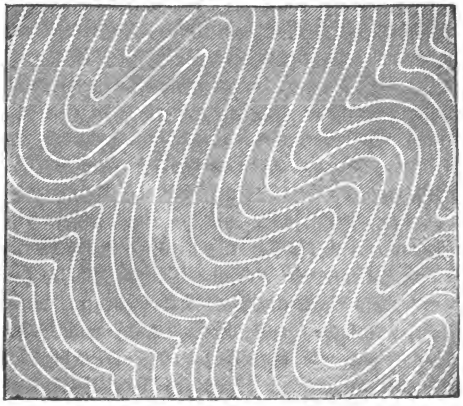


Fig. 53.

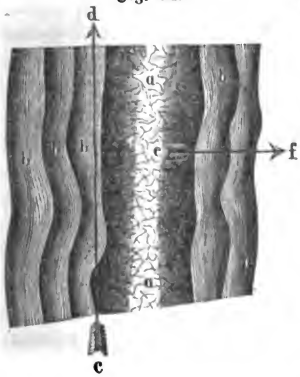


Digitized by Google

Man unterscheidet an den Schichten verschiedene Flächen und Dimen- §. 274.
sionen, für welche besondere technische Ausdrücke eingeführt sind. So heißt die Seite oder die Schichtfläche diejenige Fläche, welche bei der horizontalen Lage der Schicht eine ebene, obere oder untere Fläche bildet; die Mächtigkeit bezeichnet eine senkrechte Linie von einer Schichtfläche zur andern.

Die horizontale oder flötzige Lagerung der Schicht läßt nur die Bestimmung eben dieser Horizontalität und der Mächtigkeit zu. Sobald aber die Schichten in irgend einer Weise von dieser ursprünglichen Horizontalität abweichen, ein Fall, der sehr häufig eintritt, so werden dadurch noch andere Richtungen gegeben, deren Bestimmung von äußerster Wichtigkeit für den Geognosten ist. Eine aufgerichtetete Schicht bildet einen Winkel mit der Horizontalebene, und die Bestimmung dieses Einfallwinkels, sowie die Himmelsgegend, nach welcher hin die Schicht einfällt, bildet eine erste Bedingung zur Bestimmung der Emporhebung. Eine zweite Bedingung ist die Bestimmung des Streichens der Schichten, welches durch eine auf der Schichtfläche gezogene Horizontalebene gegeben ist. Gesetzt, in dem beigegebenen Plane einer Gebirgskette, Fig. 54, sei *a* der krystallinische Kern, *b* die von ihm aufgerichteten und auf ihm ruhenden Schichten; die Bestimmung der Streichungslinie *c d* wird zugleich die Richtung angeben, in welcher die hebende Kraft wirkte, während das Fallen der Schichten nach den Seiten hin in der Richtung der Fallinie *e f* und die Größe des Fallwinkels ein approximatives Maß für die Größe der hebenden Kraft und des geleisteten Widerstandes giebt. Völlig senkrecht oder saiger stehende Schichten kommen nur selten in der Natur vor; bei ihnen sowohl, wie bei stark aufgerichteten Schichten nennt man Schichtenköpfe die zu Tage stehenden Enden der abgerissenen Schichten.

Fig. 54.



2. Gänge nennt man unregelmäßige, meist aber platte oder abgerun- §. 275.
dete Ausstrahlungen von gewissen Gesteinen, welche in fremdartigen Felsarten eingeschlossen sind und deren Dicke und Zusammensetzung oft sehr wechselnd ist. Man erkennt meistens deutlich, daß diese Gänge erst nach der sie einschließenden Felsmasse entstanden und in diese gleichsam injicirt worden sind, wo sie dann Spalten und Risse erfüllt haben. Zuweilen bil-

Digitized by Google

den sie gleichförmige Systeme, welche lauter parallele Richtungen zeigen, so daß man manchmal versucht sein könnte, sie mit Schichten zu verwechseln; ein Irrthum, der indeß durch nähere Untersuchung leicht gehoben wird. In vielen Gegenden sind die Gänge nach bestimmten Richtungen orientirt, welche meist mit den Hebungen des betreffenden Gebirges zusammenhängen, und namentlich die größeren Erzgänge bieten oft auf weiten Strecken hin solche parallele Richtungen dar. Die kleineren Gänge oder *Adern* strahlen meist unregelmäßig nach allen Richtungen hinaus und verlieren sich häufig durch Spaltung und Verzweigung in sogenannte *Ausläufer*.

Die Gesteinsränder, welche die Gänge einschließen, zeigen meist besondere Eigenthümlichkeiten, indem sie bald durch die Natur und den Wärmegrad der Gangmasse chemisch in ihrer Zusammensetzung verändert oder auch Spuren erlittener Reibung zeigen, welche durch das Gleiten der von einander gerissenen Flächen bei der Hebung zu erklären ist. Die *Saalbänder* sind daher schon seit langer Zeit von den praktischen Bergleuten unterschieden worden, und der Gebrauch dieser Benennung für die Wandflächen, welche die Gänge einschließen, hat durchaus Bürgerrecht erlangt.

§. 276. 3. *Unregelmäßige Massen*, mit unbestimmten zufälligen Absonderungsflächen, die man meist unter dem Namen der ungeschichteten Felsarten begreift. Sie stehen mit den Gängen in nächster Beziehung, sind meist, wie diese, aus der Tiefe der Erde hervorgebrochen, und, nach der Zersprengung der aufliegenden Schichten, an das Tageslicht gekommen. Das Verhältniß der ungeschichteten Felsarten, welche die Gänge und die unregelmäßigen Massen unter sich begreifen, zu den geschichteten erscheint hinsichtlich ihrer Entstehungsweise durchaus entgegengesetzt, indem die ungeschichteten offenbar der Einwirkung einer bedeutenden Hitze ihre Entstehung zu verdanken hatten, während die anderen auf dem Boden der Gewässer abgesetzt wurden. So verschieden aber auch diese Entstehungsweise sein mag, so giebt es doch manche Fälle, wo die Entscheidung schwer ist und wo namentlich durch Druck und Dehnung entweder die ungeschichteten Felsarten Schichtflächen erhalten haben, oder aber umgekehrt, wo ursprünglich geschichtete Felsarten offenbar durch Einwirkung der Hitze zusammengeschmolzen und nachher in ungeschichtete umgewandelt wurden. Dies ist, um nur eines Beispieles zu erwähnen, offenbar an vielen Orten mit dem Gneiße der Fall gewesen. Meist war der Gneiß ursprünglich eine geschichtete Felsart, die durch spätere Einflüsse zum Theil geschmolzen und in eine dem Granite ähnliche Masse umgewandelt wurde; in anderen Fällen hingegen bildet der Gneiß bloß die äußeren Schichten der Granitkuppen, und wurde hier bei dem Aufsteigen der flüssigen Massen durch die starren Gebilde, welche sie bedeckten, dadurch gebildet, daß der feuerflüssige Granit Druck und Dehnung erlitt, etwa wie das Eisen in einem Walzwerke, und daß somit seine äuße-

Digitized by Google

ren Schichten auch ähnliche Absonderungsflächen erhielten, wie man am gewalzten Eisen im Kleinen beobachten kann. Selbst in durchaus ungeschichteten Massen, wie in reinem Granite, hat man Thatsachen gefunden, die darauf hindeuten, daß sie zusammengeschmolzene Schichten sind. So hat Zippe im Böhmischen Granite wahre Rollsteine eingebacken gefunden, — ein deutlicher Beweis, daß diese Granite einst geschichtetes Conglomerat waren, welches später im Feuer zusammengeschmolzen ward.

§. 277. Schon aus der Betrachtung dieser Thatsachen geht hervor, daß wir eigentlich in der Geologie drei verschiedene Arten von Gesteinen besitzen, deren Studium ein abgeschlossenes Ganze darbietet und sich wechselseitig ergänzt.

1. Die Sedimentgesteine an und für sich, die Reihenfolge ihrer Aufeinanderlagerung, die Charakterisirung ihrer verschiedenen Schichten und das Verhältniß ihrer Versteinerungen.

2. Die ungeschichteten Felsarten, ihre Entstehung und Bildung und ihr Vorkommen an die Oberfläche zu verschiedenen Epochen.

3. Die Wechselwirkung beider genannten Elemente auf einander, die Veränderungen, welche die geschichteten Gesteine durch die Durchbrüche der ungeschichteten erlitten haben, die metamorphischen Felsarten und ihre Entstehung zu verschiedenen Zwecken.

Die geschichteten Gesteine.

§. 278. Die geschichteten Gesteine haben meist eine sehr einfache Zusammensetzung und ebenso einfache Structur, so daß ihre Felsarten nicht sowohl nach ihrem sonstigen Verhalten, als vielmehr nach der Form ihrer äußeren Erscheinung classificirt werden müssen. Es sind großentheils Kalksteine, Sandsteine oder Thone, welche auf dem Boden der Gewässer abgelagert wurden und deshalb meist auch eine Menge von Versteinerungen enthalten, indem die festen Theile der Thiere und Pflanzen, welche in diesen Gewässern lebten und vegetirten, von der abgesetzten mineralischen Masse eingehüllt und so erhalten wurden.

§. 279. Die geschichteten Gesteine haben alle ursprünglich horizontale Lager auf dem Grunde der Gewässer gebildet, und jede abweichende Lagerung derselben, die wir jetzt auf der Oberfläche der Erde beobachten, ist das Resultat einer späteren Einwirkung, wodurch sie entweder an einer Stelle gehoben oder an einer andern gesenkt wurden. Schon die Ausdehnung der Schichten an sich spricht für diese Ansicht. Nicht nur Stunden weit, sondern selbst über ganze Länderstrecken hin setzt sich eine solche Schicht fort, und wenn es bei

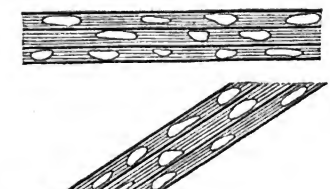
Digitized by Google

einzelnen Fällen zweifelhaft sein könnte, ob die Bildung wirklich diese Horizontalität gehabt hat, so erscheint doch bei Betrachtung solcher weiten Ausdehnung der Grundsatz festgestellt.

Es giebt indeß noch andere, schlagendere Beweise für die ursprüngliche Horizontalität der Schichten. Sauſſure schon fand in den Alpen Puddinge und Conglomerate, in welchen kopfgroße Rollsteine eingebacken waren, und die unter ziemlich steilen Winkeln aufgerichtet waren. Obgleich damals die Werner'sche Ansicht herrschend war, wonach alle Schichten in der Lage, in welcher sie sich gerade finden, aus dem Wasser abgesetzt worden sein sollten, so konnte Sauſſure doch nicht umhin, beim Anblick dieser Schichten auszurufen, daß sie unmöglich in dieser Lage gebildet sein könnten, indem Steine von diesem Gewichte nicht in so steilen Winkeln während des Absatzes der Schichten hätten erhalten werden können. Diese Conglomerate, schloß er, müßten in horizontaler Lage abgesetzt und hernach aufgerichtet worden sein.

§. 280. Die in den Conglomeraten eingebackenen Rollsteine geben noch zu einer andern, nicht minder wichtigen Beobachtung Veranlassung. Dolomieu fand nämlich, daß glatte, in den Puddingen sich vorfindende Steine stets so lagen, daß ihre platte Seite der Schichtfläche, und zwar, wenn sie nur eine platte Seite hatten, der unteren Schichtfläche zugekehrt war. Diese Schichtfläche mußte demnach zur Zeit, als der Stein sich lagerte, eine horizontale Linie dargestellt haben, da der Stein sich mit derjenigen Basis, welche seine Form ihm als schwerem Körper als die sicherste anwies, darauf niederlegte (Fig. 55 u. 56).

Fig. 55 u. 56.



§. 281. Auch die fossilen in den Schichten vorkommenden Körper geben in dieser Hinsicht bedeutende Anhaltspunkte. Platte Fossilien, wie Fische, Seesterne, Blätter, platt gewundene Schnecken liegen stets so, daß ihre platte Seite der Schichtfläche parallel ist; Bäume und deren Wurzeln stehen so, daß der Stamm mit den Schichtflächen einen rechten Winkel bildet, woraus folgt, daß einst die Schichtflächen horizontal lagen, weil alle Bäume senkrecht in die Höhe wachsen. Gleichen Schluß kann man aus den in den Schichten vorkommenden Muschelbänken ziehen, in welchen die Muscheln noch immer in derjenigen Stellung den Schichtflächen gegenüber sich finden, welche sie

Digitized by Google

noch jetzt auf dem Meeresboden einnehmen. Die meisten Muscheln nämlich, die ruhig eingegraben im Schlamme leben, graben sich so ein, daß sie senkrecht in den Sand oder Schlamm eindringen und daß der Hintertheil, an welchem die Athemröhren befestigt sind, nach oben sieht. Diese Steckmuscheln graben sich so tief ein, daß die Athemröhre gerade über den Schlamm hervorschaut, und sie auf diese Weise reines Wasser athmen können. In den fossilen Muschelbänken nun stecken die Muscheln in derselben Weise in den Schichten, den Kopf nach unten, das Hintertheil nach oben, in rechtem Winkel auf der Schichtfläche.

Alle diese Thatsachen erweisen unwiderleglich, daß die Schichten alle ursprünglich horizontal waren, und somit eine jede Abweichung derselben von der Horizontalität der Einwirkung späterer Einflüsse zugeschrieben werden müsse.

§. 282. Diesen späteren Einflüssen ist denn auch die Entstehung jener Erscheinung zuzuschreiben, die man mit dem Namen der »abweichenden Schichtung« belegt, und welche darauf beruht, daß zwei in Berührung befindliche Schichten nicht dieselbe Lagerungsebene besitzen. Es können hier die mannichfaltigsten Fälle eintreten und die verschiedenen Schichten unter sehr verschiedenen Winkeln zu einander geneigt sein; immer aber ist diese abweichende Schichtung ein Beweis, daß ein Kataklysmus stattgefunden, wodurch die ursprüngliche Horizontalität zerstört wurde. Hätten keine solche Verwerfungen stattgefunden, so würden alle Schichten parallel sein und gleichsam parallele Schalen um die Erde darstellen, deren oberste, als die zuletzt abgesetzte, die jüngste sein würde. Bei solchem Parallelismus würde es höchst schwierig gewesen sein, das Verhältniß der verschiedenen Schichten zu einander zu bestimmen. Die Verwerfungen, welche oft Brüche und Spalten, oft nur einfache Abweichung der Schichten veranlaßten, haben den Schlüssel zu höchst wichtigen Folgerungen über die Entstehung des Reliefs der Erde gegeben. Je höher eine Schicht liegt, desto jünger ist sie; jede nicht horizontale Schicht ist durch besondere Einflüsse aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht worden. Aus diesen beiden auf die Beobachtung gestützten Grundsätzen geht mit unwiderruflicher Gewißheit der Schluß hervor, daß eine horizontale Schicht, welche man auf einer nicht horizontalen abgelagert findet, erst dann abgesetzt worden ist, als jene schon aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht worden war.

Diese einfachen Verhältnisse geben nun den Schlüssel zu den wichtigsten Folgerungen über die Epochen, innerhalb welcher die einzelnen Hebungen und Revolutionen stattgefunden haben. Die Zeit einer jeden Umwälzung, deren Alter man bestimmen will, fällt nothwendig in eine Epoche, welche zwischen der Ablagerung der höchsten, aufgerichteten Schicht, und der tief-

Digitized by Google

sten horizontalen Schicht hineinfällt. Eine Bergkette, in deren Nähe man die obersten Schichten des Jura gehoben, die untersten Schichten der Kreide horizontal findet, muß nothwendig unmittelbar vor dem Absatze der Kreide entstanden sein. Die genaue Beobachtung dieser Verhältnisse giebt in allen Fällen Aufschluß über die relative Epoche, in welcher ein jeder Kataklysmus stattfand, indem die Beobachtung stets die Schicht, vor deren Absatz und diejenige, nach deren Absatz es geschah, nachweist.

§. 283. Man bezeichnet im Allgemeinen in der Geologie mit dem Ausdrucke »Formation« eine Reihenfolge von verschiedenen geschichteten oder ungeschichteten Felsmassen, welche zu einer und derselben Epoche gemeinsamen Ursprunges gehören und deshalb auch gewisse gemeinschaftliche Charaktere darbieten, so daß man auch auf den geologischen Karten und Plänen sie durch eine und dieselbe Farbe angiebt. In derselben Formation können die verschiedensten Gesteine vorkommen, aber keine verschiedenen Fossilien, weil eben die Epoche des Ursprunges dieselbe ist. So sieht man oft in der Juraformation z. B. Sandsteine, Kalke, Mergel u. s. w. mit einander abwechseln, ohne daß deshalb die durch die Fossilien beurkundete gleichzeitige Entstehung beeinträchtigt wäre.

§. 284. Man hat oft das Wort »Terrain« als synonym mit Formation gebraucht, sollte es aber lieber in der Beziehung unterscheiden, daß Terrain bei Gleichheit der Structur und Zusammensetzung, Formation bei Gleichheit des zeitlichen Ursprunges gebraucht würde. In vielen Fällen, besonders wenn von geschichteten Elementen die Rede ist, fallen freilich diese Ausdrücke zusammen, in anderen aber wieder nicht. So ist z. B. in der Nähe von Heidelberg das granitische Terrain in bedeutenden Massen entwickelt. Bei genauerer Untersuchung hat sich aber gezeigt, daß dieses Terrain aus drei verschiedenen granitischen Formationen besteht, indem die ursprünglichen Granitmassen in späteren Zeiten zweimal von neuen Hebungen der Granite durchbrochen worden sind, so daß demnach Gänge von Granit in den Granit injicirt sind. Die injicirten Massen, obgleich von derselben Zusammensetzung und mithin demselben Terrain angehörig, gehören demnach einer späteren Zeit, einer oder mehren anderen granitischen Formationen an.

§. 285. Die Schichten, welche die feste Erdrinde zusammensetzen, sind ihrer Reihenfolge nach in verschiedene Gruppen zerlegt worden, die alle zwar ungemein lange Zeiträume der Bildung erforderten, aber wo dennoch die Schichten einer jeden Gruppe eine gewisse Gleichmäßigkeit in ihren Fossilien, ihrem Habitus, den Bedingungen ihrer Bildung und ihrem Verhalten zu den ungeschichteten Felsarten erkennen läßt. Diese Gleichmäßigkeit eben ist es, welche die Schichten in einzelne Systeme zerlegen läßt, deren Folge wir in aufsteigender Ordnung, von unten nach oben, betrachten werden.

Digitized by Google

I. Paläozoische Gebilde (Groupe palaeozoique).

Uebergangsgebilde.

1. Cambrisches System . . (Système cambrique, Cambrian system).
2. Silurisches System . . (Untere Grauwacke, Système silurien, Terrain ardoisier, Silurian system).
3. Devonisches System . . (Jüngere Grauwacke, Vieux grès rouge, Système dévonien, Terrain anthraxifère, Old-red Sandstone, Devonian system).
4. Steinkohlensystem . . . (Système houiller, Carboniferous group).
5. Permisches System . . (Système Permien, Système pénéen, Permian system, Zechstein-Gruppe. Magnesian limestone.

1. Das cambrische System.

§. 286. Die Schichten dieses Systems, welche unmittelbar auf den ungeschichteten Felsarten ruhen und somit die erste Kruste darstellen, welche unser Erdkörper durch Sedimentgesteine erhielt, wurden zuerst in England unterschieden und nach den Cambrian mountains in Wales die cambrischen Schichten genannt. In den meisten Fällen hält es nur schwer, sie sowohl von den unterliegenden gneißischen oder granitischen Gesteinen zu trennen und von den überliegenden Schichten des silurischen Systemes könnten sie einzig nur durch die abweichende Schichtung, aber durch keine anderen mineralogischen Charaktere geschieden werden. Diese Schichten bestehen meist aus Thonschiefern von verschiedener Consistenz und Farbe, aus schieferiger Grauwacke, die meist sehr feinkörnig ist und oft in mehrfacher Reihe mit den Thonschiefern abwechselt; selten findet man Kalksteine, die dann, wie zu Cartravers, schwarz, erdpechhaltig und splitterig sind und auf beiden Seiten allmählich in die Thonschiefer übergehen. Die Grauwacken des cambrischen Systemes gehen ebenfalls oft allmählich in körnige Quarzite über; sie sind oft von Adern und Gängen von Quarz durchzogen, die oft den blätterigen Absonderungen der Schiefer parallel laufen. An anderen Orten gehen sie allmählich durch eine bedeutende Entwicklung von Chiastolith in den Granit über, und diese Umwandlung und die Anhäufung von Chiastolith zeigt sich namentlich in einiger Entfernung von dem Berührungspunkte auf das Deutlichste. Meist sind die Schichten des cambrischen Systemes ziemlich stark geneigt, in der Nähe der Granitkerne bedeutend gehoben und selbst senkrecht gestellt, und auf diesen senkrechten oder in starkem Gefälle ablaufenden Schichten

Digitized by Google

liegen dann die unmittelbar darauf folgenden Schichten des silurischen Systemes auf.

§. 287. Die Versteinerungen des cambrischen Systemes sind sehr wenig gekannt, was eines Theils wohl ihrer Seltenheit, andern Theils auch ihrer schlechten Erhaltung zugeschrieben werden muß, und da dieser Charakter zur Feststellung ihrer Natur abgeht, so muß man sich nur an die Schichtenstellung halten, eben weil die mineralischen Charaktere ebenfalls nichts Besonderes haben. Man nennt deshalb alle Schichten cambrische, welche man in abweichender Schichtung zwischen den silurischen Schichten oberhalb und den primitiven Gesteinen unterhalb findet. Es ist wahrscheinlich, daß bei fortgesetztem Studium dieser Schichten man sie noch in mehre einzelne Systeme zerfällen wird, so wie dies schon mit ihnen und den silurischen Schichten geschah, die man früher zusammenwarf. Vielleicht wäre es bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft am zweckmäßigsten, alle versteinerungslosen, geschichteten Schiefergesteine, welche die unterste Schicht der Erdrinde bilden, die unmittelbar auf den krystallinischen Gebilden aufruht, unter dem Namen der cambrischen Gesteine zu begreifen, und als silurische diejenigen Schichten zu begreifen, welche, bei fast gleicher mineralogischer Zusammensetzung, Petrefacten enthalten.

§. 288. Das cambrische System ist bis jetzt besonders in England, in den Grafschaften Cumberland und Westmoreland und Wales, in der Bretagne, in den Pyrenäen als getrennt nachgewiesen; in anderen Ländern, wo es namentlich mit den silurischen Schichten vereint vorkommen dürfte, ist es noch nicht als besonderes System nachgewiesen, sondern mit den silurischen Schichten vereint gelassen worden.

§. 289. In England hat Sedgwick mehre Abtheilungen in den cambrischen Schichten unterschieden, die sich vorzüglich durch mineralogische Charaktere von einander unterscheiden. Das Vorkommen von Fossilien in vielen derselben ist noch zweifelhaft.

1. Snowdonfelsen. Diese Gesteine, die namentlich in Wales in der Gegend des höchsten Berges von England, des Snowdon, entwickelt sind, bestehen aus sehr theilbaren Thonschiefern, die als Dachschiefer benutzt werden und einerseits in Grauwacke, andererseits sogar in kieselige Conglomerate übergehen. Zahlreiche Durchbrüche von Porphyren und Feldspathgesteinen haben diese Gesteine auf seltsame Weise durch einander geworfen. Die Mächtigkeit dieser Abtheilung, die Sedgwick mit dem Namen des unteren cambrischen Systemes bezeichnet, ist ungeheuer.

2. Balakalk. Schichten von nur geringer Mächtigkeit. Unreiner Kalk, der einige zerstreute Fossilien enthält, deren Formen im Allgemeinen nur gering erhalten sind. Mit diesen Kalksteinen zum Theil untermischt, zum Theil über ihnen liegen quarzige Grauwackenschiefer, Sandschiefer, Schiefer-

Digitized by Google

thone, die im Allgemeinen weniger krystallinisch sind, als in der unteren Abtheilung. Unmittelbar auf diesen Plynlymmonschiefern, die mit dem Balakalke das obere cambrische System bilden, liegen die silurischen Gesteine.

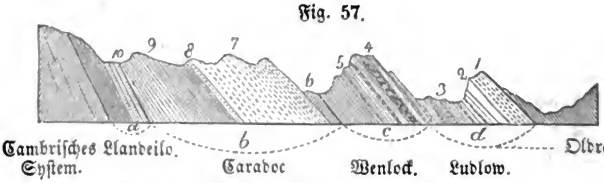
§. 290. Die cambrischen Schichten in der Bretagne ruhen auf dem feinkörnigen Granite auf und befinden sich meist in einer Stellung, welche der senkrechten nahe kommt. Ihre Zusammensetzung ist äußerst einfach; sie bestehen aus harten, meist seidenglänzenden Schiefern, zwischen welchen nur hie und da dünne Schichten von splitterigem Kalksteine und harten Sandsteinen eingelagert sind. Diese Schichten enthalten durchaus gar keine Fossilien; sie können von den überliegenden nur durch die Stratification und nicht einmal durch hinreichende mineralogische Charaktere getrennt werden, da dieselben Gesteine auch in den höher liegenden Systemen vorkommen. Die Schiefer sind im Contacte mit den Graniten meist in Glimmerschiefer oder Kalkschiefer umgewandelt; in den übrigen Gegenden sind sie meist grau oder blaugrau und liefern manchmal gute Dachschiefer, obgleich diese letzteren mehr dem silurischen Systeme angehören.

§. 291. Im Allgemeinen sind die Schichten der cambrischen Gesteine, als der ältesten Sedimentgebilde, von den mannichfaltigsten Einflüssen betroffen worden. Nicht nur sind dieselben fast überall steil aufgerichtet und selbst überstürzt durch die Hebungen der unterliegenden primitiven Gesteine, sondern auch die häufigsten Metamorphosen haben sich in der Nähe der einst feuerflüssigen Gesteine ausgebildet, auf welchen sie aufruhen. In den meisten Gegenden, wo cambrische Schichten vorkommen, ist es fast unmöglich, sie von den unterliegenden Gneißen zu trennen; so allmählich geht ihre Structur in die krystallinische über. Es ist natürlich, daß die Durchbrüche aller feuerflüssigen Massen, welche sich seit dem Beginne der Sedimentbildungen auf der Erde ereigneten, stets die cambrischen Schichten durchsetzen mußten, um an die Oberfläche zu gelangen, und aus diesem einfachen Verhältnisse ist es erklärlich, warum an den meisten Orten, wo geschichtete Gesteine auf den primitiven aufliegen, die unteren Schichten durch die wiederholten Einflüsse des Feuers so verändert worden sind, daß man sie von ungeschichteten Gesteinen nicht mehr zu trennen vermag. Nur da, wo verhältnißmäßig geringe Revolutionen statthatten, kann man die cambrischen Schichten noch durch eigenthümliche, mineralogische Charaktere von den krystallinischen Gesteinen trennen, an den übrigen Localitäten gehen sie unmerklich in dieselben über. Wenn es demnach schwierig ist, die Grenzen der einzelnen Schichtenfolgen in dem cambrischen Systeme nachzuweisen, so ist auf der andern Seite kein Gebilde mehr geeignet, um den Metamorphismus der Gesteine durch spätere Einflüsse nachzuweisen, und die Gegenden der cambrischen Gebilde werden in dieser Hinsicht stets einen ausgezeichneten Rang einnehmen.

Digitized by Google

2. Das silurische System (untere Grauwacke).

Fig. 57.



Durchschnitt des silurischen Systemes in England.

1. Glimmersandstein. 2. Aymestrykalk. 3. Thonschiefer. 4. Wenlockkalk. 5. Schiefer. 6. Kalk. 7. Caradocsandstein. 8. Kalk. 9. Sandstein. 10. Thonschiefer.

§. 292. Dieses System von Schichten ist erst seit einigen Jahren genauer bekannt geworden durch das Werk Murchison's »the Silurian System«, welches zum ersten Male auf die Discordanz seiner Schichten mit denen des cambrischen Systemes aufmerksam machte und zugleich die Lagerungsverhältnisse seiner Schichten in England und Wales, sowie ihrer mineralogischen und paläontologischen Charaktere feststellte.

Hinsichtlich des mineralogischen Charakters der Schichten ist nur Wenig zu bemerken, da dieser, wie schon bemerkt, ganz nahe an denjenigen der cambrischen Schichten herantritt. Murchison unterschied in England und Wales vier Hauptgruppen in diesem Systeme, deren Verhältnisse zu einander, sowie zu den unten und oben liegenden Schichten, in dem vorstehenden Profil dargestellt sind.

Die untersten Schichten nennt Murchison die Gruppe der Llandeilo-Gesteine (*a*). Es sind hauptsächlich schieferige Grauwacken mit sehr feinem Korne, ganz denen der cambrischen Schichten ähnlich, zuweilen Kalk enthaltend, in anderen Fällen wieder quarzige Bestandtheile und meist in abweichender Schichtung gegen die unterliegenden cambrischen Schichten. Auch dunkle, stark kieselhaltige Quadersandsteine kommen neben diesen Llandeilo-flags und mit ihnen abwechselnd vor.

Auf diesen liegen die Caradoc-Gesteine (*b*), quarzhaltige Sandsteine von tief dunkelrother Farbe mit vielen schmutziggelben thonigen und kieselhaltigen Adern, auf welchen andere kieselige hellgrüne Sandsteine liegen, in denen dunkelrothe Adern sich zeigen und die allmählich durch einen olivengrünen, plattenförmig abgesonderten Sandstein in dünne, sandige und thonige Schiefer übergehen, in welchen Nester von Sandstein eingebacken liegen, die viele Fossile enthalten. Dünne, thonige Kalksteine und Mergelschichten wechseln zuweilen mit diesen Sandsteinen ab.

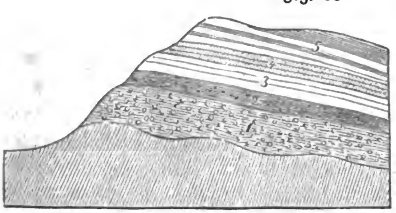
Digitized by Google

Diesen Schichten folgen die Wenlock-Schichten (*c*) mit ganz den der Caradoc-Formation ähnlichen thonigen Schiefern und Concretionen von schmutzigen, sehr fossilhaltigen Kalksteinen, die allmählich in ziemlich dicke Bänke von krystallinischen, unreinen Kalksteinen übergehen, welche letzteren wieder von Thonschiefern bedeckt werden, die eine Menge größerer und kleinerer Kalkconcretionen enthalten. Die Wenlock-Gesteine bieten so die mannichfaltigsten Uebergänge von fast reinen Thonschiefern zu Kalkschichten dar, indem diese anfangs nur zerstreuten Kalkconcretionen allmählich so überhand nehmen, daß sie allein die Schicht ausmachen und der Thonschiefer ganz verschwindet. Dieser Kalkstein ist gewöhnlich bläulich, und verwittert zu einer hellgrauen Masse. Er wird namentlich bei Dudley sehr ausgebeutet und ist an diesem Orte sehr reich an Versteinerungen.

Die obersten Lager des silurischen Systemes endlich werden von den sogenannten Ludlow-Felsen (*d*) gebildet, deren untere Schichten aus festen Thonschiefern gebildet sind, die nur wenig Sand und wenig Kalk enthalten, in allen möglichen Nuancen von Grau und Schwarz spielen und als Platten benutzt werden. Auf diesen liegen glimmerhaltige, graue Sandsteine, die bald sehr thonig, bald kalkig werden und in deren Mitte man namentlich eine nur wenig Zoll dicke Schicht unterscheidet, die fast nur aus einem Conglomerat von Fischresten zu bestehen scheint. Zwischen diesen beiden befindet sich eine Schichtenfolge fester Kalke, die Murchison Aymestrykalk nennt, und die einigermaßen krystallinisch aussehen, trotz ihrer thonigen Beschaffenheit.

Murchison schätzt die ungefähre Mächtigkeit der Llandeiloschichten auf 1200 englische Fuß, der Caradocschichten auf 2500 F., der Wenlockgesteine zu 1000 F. und der Ludlowfelsen zu 1500 F., mithin im Ganzen zu 6200 engl. Fuß. Die beiden unteren Gruppen, die das untere silurische System bilden, fehlen oft, während nur die beiden oberen entwickelt sind.

Fig. 58.



1. Bituminöser Kalk und Schiefer.
2. Sandstein.
3. Marmor.
4. Sandstein.
5. Conglomerat.

Cambrisches System.

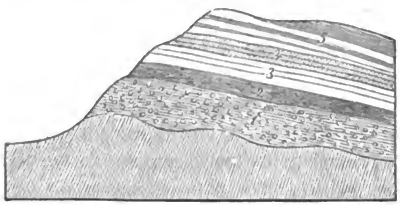
Durchschnitt des silurischen Systemes in der Bretagne.

Das silurische System ist in Frankreich, namentlich in der Bretagne §. 293.
(Fig. 58), entwickelt, wo es unmittelbar auf dem cambrischen System auf-

Digitized by Google

liegt, von dem es sich leicht durch seine abweichende Schichtung unterscheiden läßt. Die cambrischen Schichten sind nämlich meist sehr steil aufgerichtet und fallen etwa unter 80 Grad Neigung, während die silurischen nur um 12 Grad von der Horizontalebene abweichen, so daß sie auf den Schichtenköpfen des cambrischen Systemes aufgelagert sind. Man findet in

Fig. 58 a.



Durchschnitt des silurischen Systemes in der Bretagne.

der Bretagne meist nachstehende Schichtenfolge. 1. Unmittelbar auf den cambrischen Schichten ein Conglomerat von Quarzkieseln, die durch einen röthlichen Thonmörtel zusammengehalten werden. Zuweilen finden sich darin Feldspathkrystalle und seltene Fragmente von Thonschiefer oder Grauwacke. 2. Dünne Schichten von grünlichem, kieselhaltigem Sandsteine. 3. Darüber liegen nicht sehr dicke Schichten eines compacten, hellgrauen Kalksteines, den man als Marmor ausbeutet und der keine Fossilien enthält. Diese Schichten wechseln in einigen Gegenden mehrmal mit den grünen Sandsteinen ab. 4. Auf diesem Marmor liegen feste, quarzige Sandsteine, die eine bedeutende Menge von Petrefacten enthalten und im Lande als die rothen Sandsteine von May bekannt sind. 5. Die obersten Schichten endlich werden von den meist schwarzen, bituminösen Kalksteinen von Figuerolles gebildet, die oft mit schwarzen Thonschiefern alterniren und ebenfalls eine bedeutende Menge von Fossilien enthalten. An einzelnen Orten sind diese Schiefer sehr mächtig entwickelt, selbst in so bedeutendem Maße, daß sie die Sandsteine und Kalke ganz verdrängen und in bedeutender Mächtigkeit als vortrefflicher Dachschiefer ausgebeutet werden können. In anderen Fällen erhalten diese Dachschiefer, die namentlich bei Angers sehr bekannt sind, so bedeutende Zusätze von Glimmer, daß sie allmählich in Grauwacke übergehen.

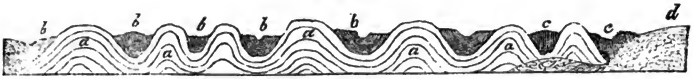
Die Schichten des silurischen Systemes in der Bretagne sind meist weit härter und fester, als diejenigen von England, wo sie oft ganz thonig und weich werden. — Aus der Vergleichung der Petrefacten und der mineralogischen Charaktere scheint hervorzugehen, daß die vier unteren Schichten den Caradocgesteinen, die Kalksteine von Figuerolles den Dudleykalken der Wen-

Digitized by Google

lockſchichten, dieſe ſelbſt den Dachſchiefern von Angers entſprechen. Die Llandeiloſchiefer und die Ludlowfelſen fehlen dann in der Bretagne.

Die Schichten des ſiluriſchen Syſtemes ſind in der Bretagne auf die mannichfachſte Weiſe in wellenartiger Form gebogen, ſo daß das Land eine Menge kleiner flacher Rücken darſtellt, deren Höhen durch den Sandſtein gebildet werden, während die Schiefer die Einbiegungen der Thäler zwiſchen dieſen Rücken ausfüllen. Zwiſchen Nantes und Rennes namentlich iſt dieſe Bildung ſehr auffallend.

Fig. 59.



Durchſchnitt der Bretagne zwiſchen Rennes und Nantes.
a Sandſtein. *b* Schiefer. *c* Metamorphoſirte Schiefer. *d* Granit.

In den Pyrenäen iſt das ſiluriſche Syſtem ebenfalls entwickelt, aber §. 294.
durch die mannichfaltigen Veränderungen, die es erlitten, ziemlich unkenntlich. Es beſteht beſonders aus Thonſchiefern, Quarzſchiefern, Grauwacke und Kalken, die oft in Marmor und Dolomit verwandelt ſind und zuweilen ſehr merkwürdige Schichtenwindungen zeigen zeigen. Auch die mandelartigen Kalkſteine von Campan gehören in dieſes Terrain; jede Mandel in dieſen Kalkſteinen hat zum Kern einen winzigen, platten Nautilus, deſſen platte Seite der Schichtfläche parallel liegt.

Am meiſten entwickelt iſt das ſiluriſche Syſtem im Norden der Con- §. 295.
tinente. Im europäiſchen Rußland liegen ſeine Schichten unmittelbar auf dem Granite, welcher das Ufer des finniſchen Meerbuſens bildet, und erſtrecken ſich längs des Ladoga- und Onegaſee's durch das Innere, wo ſie von anderen Gebilden bedeckt ſind, bis zum Ural hin. Die Schichten liegen ganz horizontal; enthalten eine bedeutende Menge von Foſſilien aller Art, und befinden ſich dort noch in dem Zuſtande, in welchem ſie abgeſetzt wurden. Ihre Horizontalität iſt ſo groß, daß man meilenweit auf derſelben Schicht reiſen kann, ehe man die nächſte darauf liegende erreicht. Die Schichten beſtehen aus einem blaßgrünen oder blaßbläulichen Thone, der ungeſchichtet iſt, unmittelbar dem Granite aufliegt und vielleicht den cambriſchen Schichten entſprechen könnte; darüber Sandſteine mit ſchieferigen, wohlgeſchichteten Thonen und endlich ſehr petrefactenreiche Kalke. In dem Ural ſind die ſiluriſchen Schichten gehoben und bilden die nächſte Mauer um den Kern des Gebirges.

Ganz in denſelben Verhältniſſen findet ſich das ſiluriſche Syſtem in §. 296.
Nordamerika, wo ſeine Schichten ebenfalls in faſt durchgängig horizontaler Richtung von den großen nördlichen Seen, deren Ausfluß der St. Lorenzſtrom bildet, bis zu den Rocky-mountains ſich erſtreckt. Selbſt auf

Digitized by Google

der Melville-Insel und in der Baffinsbai hat man silurische Schichten mit Polypen und Orthoceratiten nachgewiesen, was auf eine fast vollkommen gleichförmige Vertheilung der Klimate zu damliger Zeit hinweist, indem jetzt Polypenbänke erst um 40 Grade südlich von jenen vereisten Gegenden vorkommen.

§. 297. In Schweden findet sich das silurische System sehr reichlich entwickelt und sehr reich an Fossilien. Es bildet hie und da zerstreute, isolirte Flecken, die auf dem Gneiße aufliegen und aus Grauwacke, Alaunschiefern, Stinkkalken und Thonschiefern bestehen, wie man dies namentlich in der Umgegend und an den Ufern des Wenersee's beobachten kann.

§. 298. In Deutschland hat die Trennung des cambrischen und silurischen Systemes noch nicht überall gelingen wollen, und man begreift beide gewöhnlich zusammen unter dem Namen der Grauwackenformation. Man unterscheidet zuweilen obere und untere Grauwacke, die aber weniger den von den Engländern aufgestellten Systemen, als vielmehr die untere Grauwacke den Llandeilo- und Caradocschichten, die obere den Wenlock- und Ludlowschichten zu entsprechen scheinen. Zu den letzteren gehören namentlich die in der Eifel, dem Westerwalde, dem Hundsrück und dem Taunus auf weiten Strecken ausgebildeten, sehr versteinerungsreichen Grauwackengebilde, in welchen öfters Kalksteine sich finden, und deren Schichten an vielen Orten von ausgestorbenen Vulcanen durchbrochen sind. Zu der unteren Grauwacke gehört ein bedeutender Gebirgszug, der an dem Thüringerwald und dem Fichtelgebirge sich hinzieht. Auch in dem Harz erscheinen kurze Strecken silurischer Schichten, nicht minder in Böhmen. Die Gebilde der Eifel, welche die größte Erstreckung von Grauwacken in Deutschland bilden, sind neuerdings erst von Sedgwick, Murchison, d'Archiac und Verneuil vergleichungsweise mit den englischen untersucht worden. Jedenfalls gehören sie, wenn sie nicht, was sehr wahrscheinlich ist, als untere Schicht des folgenden Systemes angesehen werden müssen, zu den obersten Schichten des silurischen Systemes; vielleicht auch, daß sie eine besondere Abtheilung desselben bilden, die auf den Ludlowgesteinen aufliegen würde, wenn sie in England entwickelt wäre; sehr wahrscheinlich scheint es auch, daß das silurische System in seinen oberen Abtheilungen mit dem devonischen dereinst vereinigt werden wird.

§. 299. Unter den in dem silurischen Systeme bisher gefundenen Versteinerungen sind hauptsächlich die folgenden, entweder ihrer großen Verbreitung oder ihrer ausgezeichneten, leicht erkenntlichen Gestalt wegen zu nennen:

Graptolites.
Stromatopora concentrica. Fig. 63.
Favosites basaltica, alveolaris, fibrosa, polymorpha. Fig. 70.
Porites tubulata.
Strombodes vermicularis.
Retepora infundibulum. Fig. 71.
Catenipora escharoides. Fig. 66.

Digitized by Google

Gorgonia assimilis. Fig. 72.
Syringopora bifurcata. Fig. 65.
Cyathophyllum caespitosum Fig. 67.
Astraea ananas. Fig. 68.
Dimerocrinus isodactylus. Fig. 75.
Cyathocrinus tuberculatus, pyriformis. Fig. 74.
Ctenocrinus typus.
Hypanthocrinus decorus. Fig. 73.
Nucula prisca.
Cypricardia impressa. Fig. 81.
Sanguinolaria angustata, carinata, sulcata.
Pterinaea costata, plana, trigona.
Avicula obsoleta, reticulata, lineata. Fig. 77.
Cardiola fibrosa.
Leptaena sericea, transversalis, lata. Fig. 86.
Orthis callactis, flabellulum, Murchisoni, subarachnoidea.
Spirifer radiatus. Fig. 88.
Pentamerus Knightii. Fig. 82 u. 83.
Atrypa curvata, aspera, tenuistriata.
Terebratula aspera, borealis, gryphus, prisca, crispata, Fig. 92. imbricata. Fig. 93.
Lingula attenuata.
Orbicula rugata.
Melania prisca.
Nerita spirata.
Pleurotoma articulata.
Euomphalus rugosus, Fig. 102., funatus, alatus.
Pleurotomaria undulata, Lloydii, Fig. 101.
Trochus helicites.
Littorina striatella.
Conularia Gervillei.
Bellerophon acutus, cornu Arietis, bilobatus, Fig. 108., dilatatus.
Orthoceras regulare, Ibex, calamiteum, attenuatum, Fig. 111., annulatum, Fig. 110.
Phragmoceras ventricosum. Fig. 112.
Lituites giganteus. Fig. 113.
Goniatites Nöggerathi.
Calymene Blumenbachii, Fig. 117 u. 118., macrophthalma.
Trinucleus granulatus. Fig. 116.
Homalonotus Knightii.
Phacops Downingiae. Fig. 119.
Onchus Murchisoni, tenuistriatus.
Thelodus parvidens.

3. Devoniſches Syſtem.

(Vieux grès rouge; Old red sandstone).

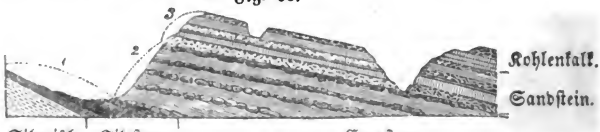
§. 300. Man unterſchied früher dieſes Syſtem wenig von den ſiluriſchen Schichten einerſeits und dem Steinkohlenſyſtem andererſeits, zwiſchen welchen es ſich findet; ſeit es in den neueſten Zeiten hauptſächlich durch Murchiſon genauer bekannt und mit vielem Rechte von den anderen Schichtenſyſtemen getrennt wurde, hat es ſich an vielen Orten wiedergefunden.

In England, und namentlich im ſüdweſtlichen Theile, unterſcheidet Murchiſon drei Hauptabtheilungen in dieſem Syſteme.

Digitized by Google

Die unterſte bildet der ſogenannte tile-stone (Ziegelſtein [1]). Meiſt harte, ſehr feinkörnige Sandſteine, die ſich in feinen Platten abſondern, ſo

Fig. 60.



Durchſchnitt des devoniſchen Syſtemes in England.

daß ſie faſt ſchieferiges Ausſehen haben und auch wirklich als Dachſchiefer benutzt werden. Sie bilden einen vollſtändigen Uebergang zu den Ludlowſchichten, die unter ihnen liegen und die ganz übereinſtimmende Schichtung mit ihnen haben; ihre unteren Lager gehen allmählich in Grauwacke oder Thonſchiefer über, und man hätte ſie nicht von der Ludlowſchichten trennen können, wenn ſie nicht an anderen Orten ohne dieſelben ſelbſtſtändig vorkämen und auch hie und da abweichende Schichtung zeigten. Sie enthalten meiſt ziemlich viele Foſſilien, und einige dünne Schichten ſind ganz ſo aus Ichthyodoruliten und anderen Fiſchreſten zuſammengeſetzt, wie die oben erwähnte Schicht von Ludlow.

Die zweite Schicht (2) wird von dem corn-stone (Kornſtein) gebildet. Es ſind beſonders bunte Mergel, die mit bedeutenden Schichten von thonigen Sandſteinen und unreinen Kalken wechſeln, in welchen kleine, körnige Concretionen in großer Menge ſich finden, die wie Getreidekörner ausſehen und dem Geſteine ſeinen Namen geben. Die Farbe dieſer Kornſteine iſt meiſt dunkelroth oder ſchwärzlich.

Die oberſte Abtheilung (3) endlich wird von dicken Schichten quarzhaltiger Sandſteine gebildet, die mit Conglomeraten und kieſeligen Puddingen, ſowie mit bunten Mergeln wechſeln, meiſt einen braunrothen, chocoladefarbigen Ton haben und zuweilen kleine Lager von Steinkohle enthalten, die aber nicht ſo reich ſind, um in England mit Vortheil ausgebeutet werden zu können. Dieſe oberen Sandſteine haben große Aehnlichkeit mit vielen Sandſteinen neueren Urſprunges, ſo daß man ſie an Handſtücken nicht unterſcheiden könnte; ein Beweis, daß die phyſiſche Urſache, welche die Hervorbringung ſolcher Sandſteine bedingte, ſich mehrmals im Laufe der Zeiten wiederholte.

Murchiſon ſchätzt die Mächtigkeit des ganzen Syſtemes im Südweſten von England auf 10,000 Fuß.

§. 301. In Schottland iſt das devoniſche Syſtem nicht minder entwickelt; es bildet die ganze öſtliche Hälfte von Hochſchottland im Norden des caledoniſchen Canals, die Orkaden und die Shetlandsinſeln, und zeigt ſich auch,

Digitized by Google

aber in geringerer Ausdehnung, im Süden der Grampiansgebirge. Ganz Caithneß, die Umgebung von Cromarty und dem Murray-Firth wird von den Gesteinen des devonischen Systemes gebildet, die von West nach Ost einfallen und unmittelbar auf den primitiven und metamorphischen Gesteinen des westlichen Schottlands, den Graniten, Gneißen und Glimmerschiefern aufruhen. Es besteht dort in seinen untersten Schichten aus bedeutenden Conglomeraten, die, je mehr sie sich den primitiven Gesteinen nähern, desto mehr Bruchstücke davon enthalten, so daß die untersten Schichten eigentlich nur zusammengebackene Gneißtrümmer sind und so allmählich dem Gneiße sich anschließen, daß man kaum ihre Grenze festhalten kann. In den oberen Lagern zeigen sich dunkelrothe Sandsteine, mit bituminösen Schiefern und Plattengesteinen abwechselnd, deren Structur sich sehr der Grauwacke nähert. In diesen oberen Schichten finden sich jene mächtigen Lager fossiler Fische, von denen wir weiter unten handeln werden.

§. 302. Im Norden Europa's ist das devonische System sehr entwickelt; es bildet einige Flecken bei Christiania und in Schweden, zeigt sich aber namentlich in bedeutender Ausdehnung in Nordrußland, wo es östlich von dem silurischen Systeme, das in der Nähe St. Petersburgs vorkommt, eine breite Bande bildet, die von Archangel aus längs des Ladoga- und Onegasee's bis nach Dorpat und Riga sich erstreckt und dann in's Innere hinein bis gen Woronesch sich fortzieht, so daß dadurch eine Art Bogen gebildet wird, dessen offene Schenkel dem Ural, die Spitze der Ostsee zugekehrt ist. Es zeigen sich hier außer den charakteristischen dunkelrothen Sandsteinen und Mergeln, die sehr reich an Fossilien sind, unreine, schwärzliche Kalke, die zuweilen auch gelb werden, schieferige Thone und selbst quarzhaltige Plattensteine in reicher Abwechselung. Die Schichten liegen horizontal, ganz in ihrer ursprünglichen Lagerung.

§. 303. In Brasilien, am Cap, in Ostindien hat man das devonische System unter denselben Formen wiedergefunden; wenigstens finden sich dort rothe Sandsteine, die wahrscheinlich dieser Formation angehören, und die Lagerstätte der Diamanten, die man bei Punah in Indien ausbeutet, findet sich aller Wahrscheinlichkeit nach in diesen Schichten.

§. 304. In Nordamerika zeigt sich das devonische System im Verhältnisse zu den mächtigen silurischen Schichten nur schwach entwickelt; es findet sich namentlich im Süden der großen Seen und ist im Staate New-York von den dazu beauftragten amerikanischen Geologen mit großem Detail beschrieben worden.

§. 305. Das eigenthümliche Aussehen der rothen Sandsteine, die in dem Norden Schottlands und in Rußland so bedeutend entwickelt sind, erhält sich nicht in manchen Localitäten, sondern macht vielfachen Grauwacken, Schiefern und Quarziten Platz. Schon im Süden Englands, in Devonshire

Digitized by Google

und Cornwall, ist dies der Fall. Man findet hier Grauwacke, Quarzite, Kalksteine, die namentlich in der Nähe von Plymouth ausgebeutet werden und die so abgelagert sind, daß sie eine Art Becken bilden, dessen mittlere Schichten die jüngsten sind, während die älteren Schichten von allen Seiten her dieselben schalenförmig umgeben. Die genauere Trennung dieser Schichten von den silurischen Schichten, die darunter, und den Kohlenkalkschichten, welche darauf liegen, ist noch nicht durchgeführt, so daß sonderbarer Weise das System gerade in der Gegend, von welcher es den Namen hat, weit weniger genau unterscheidbar ist, als in vielen anderen. Auch hier kommen in den oberen Schichten hie und da Lager von trockener Steinkohle vor, die man wohl den Anthraciten zuschreiben könnte.

§. 306. In der Bretagne hat man das System ebenfalls an vielen Punkten unterscheiden können. Es bildet hier eine schmale Bande nördlich von Nantes, und wird aus Puddingen zusammengesetzt, in welchen Rollsteine von Quarz, Glimmerschiefer und Thonschiefer eingebacken sind, und die allmählich durch Feinerwerden des Kornes in Sandstein übergehen, und auf welchen unreine Kalksteine, Grauwacken und Thonschiefer aufliegen. In letzteren namentlich finden sich bedeutende Lager von Anthraciten, die an vielen Orten mit Vortheil ausgebeutet werden und meist unmittelbar unter einem eigenthümlichen Gesteine liegen, welches die Arbeiter »pierre carrée« nennen. Es ist dies nämlich ein Feldspathgestein von grünlicher Farbe, welches sehr viel Kiesel enthält, so daß es von manchen Petrosilexarten durchaus nicht zu unterscheiden ist, obgleich es offenbar sedimentären Ursprunges ist, da es nicht nur die Brennstofflager deckt, sondern oft selbst fossile Pflanzenabdrücke enthält. Das Gestein hat die Eigenthümlichkeit, in parallelipedische Stücke zu zerfallen, sobald es der Luft ausgesetzt wird, und daher der beim Volke gebräuchliche Name. Die Kohlenlager bieten manches Eigenthümliche dar und ihre häufigen Abwechselungen und Alternirungen mit Thonschiefern und Grauwacken lassen auf mannichfache Einbiegungen schließen, über die man aber nicht recht in's Klare kommen kann, da die sie einschließenden Schichten meist fast senkrecht stehen und das Land nur hügelig ist und wenig tiefe Thaleinschnitte besitzt, so daß man die Fortsetzungen der Schichten in der Tiefe nicht beobachten und sich auf diese Weise versichern kann, ob die Schichten wirklich umbiegen oder nicht.

Uebergangsgebilde im Allgemeinen.

§. 307. Die Gebilde der Bretagne, sowie die in dem Südwesten Englands, in Cornwall nämlich entwickelten Schichten, wo die Sandsteine des Oldred allmählich in Grauwacke und Schiefer übergehen, leiten auf verschiedene Gebilde in anderen Gegenden, wo dieser Uebergang so vollständig ist, daß man nur

Digitized by Google

schwer die verschiedenen Stufen der einzelnen Systeme unterscheiden kann, und daher vor der Hand noch am besten thut, diese ganzen Grauwacken- und Schiefergebilde unter dem Namen der Uebergangsgebirge zu bezeichnen. Es darf indeß nicht vergessen werden, daß diese Gebilde gerade jetzt mit vielem Eifer untersucht werden, und daß wohl in nächster Zeit ihre definitive Bestimmung nicht mehr im Unklaren sein wird.

§. 308. Die Uebergangsgebilde zeigen sich zuerst in weiter Strecke auf beiden Ufern des Rheins, im Norden von Mainz, wo sie die verschiedenen Höhenzüge des Hundsrück, der Ardennen, des Taunus und des Westerwaldes bilden. Die Ardennen bedecken das ganze Land zwischen Luxemburg und Lüttich; ein weiter, gleichförmig hoher Gebirgszug mit flachen Thälern von ermüdender Einförmigkeit, zwischen welchen die langweiligen breiten Rücken der Hochebenen sich hinziehen, die, von Ferne gesehen, wie eine gleichförmige Mauer erscheinen, auf deren Rücken sich weite Wälder und Moräste ausdehnen.

§. 309. In Belgien findet man zwar auf dem Nordabhange der Ardennen eine Reihe von Schichten, welche wohl ohne Zweifel dem devonischen Systeme parallelisirt werden müssen. Die untersten Lager dieser Schichten bestehen aus groben rothen Puddingen und Sandsteinen, die man, einer ausgedehnten Localität nach, Puddinge von Burnot genannt hat. Darüber liegen schwarze Kalksteine, die eine große Menge von Enkriniten enthalten, deren spathiges Gefüge und helle, weiße, rothe und grüne Farbe dem Gesteine ein marmorartiges Ansehen verleiht. Man kennt diese mittlere Gruppe unter dem Namen des Marmors von Givet. Die oberste Schicht endlich wird von den leicht verwitternden Thonschiefern von Famenne und den Sandsteinen von Condros gebildet, auf welchen der Kohlenkalkstein unmittelbar aufliegt. Auch hier finden sich Anthracitlager in den oberen Schichten, weshalb Dumont diese ganze Reihe nebst dem Kohlenkalke und den darunter liegenden Schiefern unter dem Namen »Anthracitisches Terrain« (terrain anthraxifère) begriffen hat. Der Marmor von Givet, derjenige von Plymouth und der Marmor von Campan in den Pyrenäen gehören vielleicht einer und derselben Bildungszeit an und wurden wahrscheinlich zu derselben Zeit abgesetzt. Unter diesen Schichten nun findet sich eine Reihe mächtiger schieferiger Massen, die an vielen Stellen als Dachschiefer ausgebeutet werden. Die Hauptmasse des Gebirges ist aus diesen Schiefern zusammengesetzt; und Omalius d'Halloy hat die ganze Formation unter dem Namen: das »Dachschiefergebilde« (terrain anthraxifère) zusammengefaßt. Die Reihenfolge der einzelnen Schichten in den Ardennen ist aber äußerst schwer zu bestimmen, da die mannichfachsten Biegungen und Verwerfungen vorkommen. Wahrscheinlich findet sich eine Reihe von Becken, welche schief aufgehoben und eingeknickt sind, so daß sie fast überall steil nach innen ein-

Digitized by Google

fallen, und man einen großen Fehler begehen würde, wenn man die einzelnen Schichten, welche man bei der Durchkreuzung der Ardennen in unmittelbarer Folge zu Tage gehen sieht, als ebenso viel in sich verschiedene Schichten ansehen wollte, während in der That durch die vielen Einknickungen jede Schicht mehrmals zu Tage kommt. Es scheinen sich in diesem Schiefergebirge der Ardennen zwei bestimmte Stufen nachweisen lassen zu können, deren höhere, auf welcher die Puddinge des devonischen Systemes ruhen, hauptsächlich aus Quarziten und einigen Grauwacken besteht, während die tiefere Gruppe aus mehr oder minder festen, thonigen Schiefern gebildet wird, die meist blau oder grau sind und zuweilen in reinen, körnigen Quarz, in Schleifsteine übergehen. Die Beobachtung dieser Schiefer, in welchen sich zuweilen Eisenkiese und Eisennieren finden, ist deshalb sehr interessant, weil man hier an vielen Stellen sehr deutlich den Unterschied zwischen der schieferigen Textur und der Schichtung bemerken kann. Die Grauwacke, welche auf den Quarziten an einigen Stellen aufruht, enthält oft Anthracit und vegetabilische Eindrücke; dürfte deshalb vielleicht noch zu dem devonischen Systeme gerechnet werden, während man die Quarzite dem silurischen und die Schiefer dem cambrischen Systeme parallelisiren könnte, wenn auch nur mit vieler Ungewißheit.

§. 310. Die Gebilde der Ardennen (siehe den idealen Durchschnitt Fig. 61) setzen sich ohne Unterbrechung in das Uebergangsgebirge fort, welches zu beiden

Fig. 61.

Idealer Durchschnitt des rheinischen Uebergangsgebirges.

S. Silurisches System. *V.* Vulcanische Gebilde. *D.* Devonisches System. *K.* Kohlenkalk. *KS.* Kohlensandstein. *St.* Steinkohle. *Vo.* Vogesensandstein.

Seiten des Rheins zwischen Bingen, Bonn und Düsseldorf entwickelt ist, und dessen einzelne Höhenzüge, als Eifel, Hundsrück, Taunus und Rothhaargebirge unterschieden werden. (Siehe die Karte.) Der Grund dieser ganzen weiten Gegend, welche im Norden von der Ruhr, im Osten vom Vogelsgebirge, im Süden vom Maine und der Nahe umschlossen wird, ist von Schiefern gebildet, die denen der Ardennen ähnlich sind und dem silurischen Systeme beigezählt werden können. An vielen Stellen, wie namentlich im Westerwald und im Siebengebirge, sind diese Schiefer von vulcanischen Massen durchbrochen worden und ihre Stellung mannichfach verändert. Auf diesen Schiefern liegen, wie es scheint in muldenförmigen Becken abgesondert, bedeutende Grauwackegebilde und darüber sehr verstei-

Digitized by Google

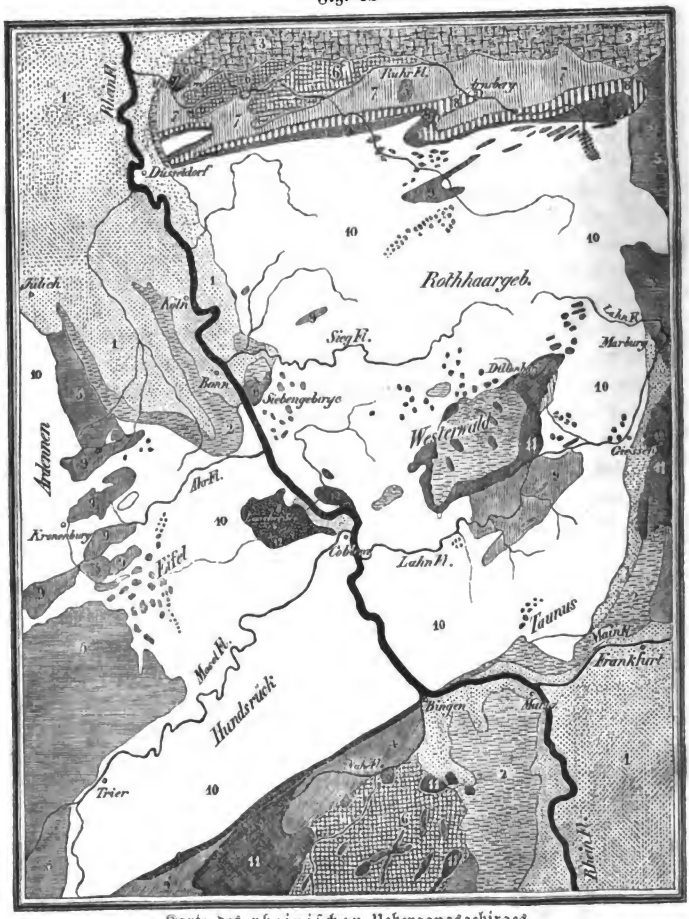
nerungsreiche Schiefer- und Kalksteine, von welchen die letzteren jedenfalls, die ersteren wahrscheinlich dem devonischen Systeme zugezählt werden müssen. Die Stellung dieser versteinerungsführenden Schichten wird sowohl durch ihre Petrefacten selbst, als auch durch ihre Lagerung bedingt, indem auf ihnen, namentlich am Nordrande der Gegend, die Schichten des Steinkohlensystemes aufliegen.

(Fig. 62. Karte des rheinischen Uebergangsgebirges, siehe folgende Seite.)

§. 311. Um näher in die Structur dieser für die deutschen Geologen so wichtigen Gegend einzugehen, so finden sich auf dem linken Rheinufer und zwar namentlich in der Eifel und dem Hundsrück mannichfaltige Ablagerungen und Wiederholungen von sandigen Schiefern, eigentlichen Thon- und Dachschiefern, Grauwacken mit Quarziten und chloritischen Schiefern, welche dem Schiefergebilde der Ardennen vollständig zu entsprechen scheinen, deren wahre Lage aber ebenso, wie bei den Ardennen, durch die seltsamsten Biegungen und Verwerfungen, sowie durch die oft sehr verwirrende Schieferklüftung der Massen, welche die wahre Richtung verbirgt, sehr schwer erkenntlich ist. In dem Hundsrück kommen namentlich chloritische Schiefer und Quarzfelsen vor, die überall frei zu Tage gehen und von keinen späteren Gebilden überdeckt sind; in der Eifel dagegen zeigen sich mannichfache oberflächlichere Ablagerungen, die an Versteinerungen sehr reich sind und wohl ohne Zweifel dem devonischen Systeme zugerechnet werden müssen. Diese devonischen Gesteine sind in mehr oder weniger flachen Mulden abgelagert und bestehen in ihrem unteren Theile aus kalkigen Schiefern, die einestheils in wahre Schiefer, andererseits in Kalkschichten übergehen, und aus rothen Sandsteinen, die sich meist in dünne Platten spalten und den rothen Sandsteinen Englands sehr ähnlich sehen. Auf diesen rothen sandigen Schiefern liegen mächtige Kalkschichten, die an einigen Orten über hundert Fuß hohe Abstürze zeigen und reich an Petrefacten sind. Namentlich in der Umgegend von Kronenburg sind diese Kalksteine stark entwickelt und, wie es scheint, stellen die vier verschiedenen Flecke des in der Nähe gelegenen Eifeler Kalksteines, welche die eigentliche Eifel von den Ardennen trennen, eigentlich nur Stücke einer einzigen großen Mulde dar, die durch mannichfache Biegungen der unterliegenden Grauwackengebilde in einzelne Abtheilungen zerfällt worden ist. Auf diesen Kalksteinen, und deshalb meist in der Mitte der Mulden, ruhen harte, krystallinische Dolomite, in welchen man hie und da nur Schichtungsspuren wahrnehmen kann. Zuweilen ist der Dolomit breccienartig, selbst erdig; meist aber nur zellig und reich an Eindrücken von Korallen. Einen wichtigen Horizont bildet in diesen devonischen Kalkgebilden der Eifel der sogenannte Strygocephalenkalk, lichtgrauer Kalkstein, in welchem ganze Lager von Strygocephalus Burtini (Fig. 84 u. 85) aufgehäuft sind, und dessen Bänke oft mehre hundert Fuß mächtig werden. Ueberhaupt sind diese

Digitized by Google

Fig. 62.



Karte des rheinischen Uebergangsgebirges.

1	2	3	4	5	6
Aufgeschwemmtes Land.	Tertiärgebilde.	Kreide.	Bogesensandstein.	Trias.	Steinkohlengebilde.

7	8	9	10	11	12
Flözleerer Kohlensandstein.	Kohlenkalk.	Devonisches System.	Silurisches System.	Vulcanische Gebilde.	Vulcanische Gerölle.

Digitized by Google

Eifeler Kalke ungemein reich an Mollusken, Crustaceen und Strahlthieren, aber sehr arm an Fischen; die wenigen Reste von diesen letzteren aber, die neuerdings gefunden worden sind, stellen entschieden das ganze Kalkgebilde in das devonische System, indem sie mit den in Schottland gefundenen Arten dieses Systemes identisch sind.

Auf dem rechten Rheinufer, in den Massen des Taunus und des Roth- §. 312.
haargebirges, zeigen sich als unterste Gebilde, und offenbar den Schiefern der Ardennen und des Hundsrück entsprechend, eine Menge schieferiger Gebilde, welche oft als vortreffliche Dachschiefer entwickelt sind, und allmählich in Thonschiefer und grauwackenartige Gebilde übergehen. Diese Grauwacke, welche den silurischen Schichten zu entsprechen scheint, an einigen Orten ziemlich versteinerungsreich ist und zuweilen in quarzigen Sandstein und unreine Kalke übergeht, schließt sich nach oben an ein System schwarzer Dachschiefer an, die namentlich in der Nähe des Dorfes Wissenbach bei Dillenburg sich in großer Mächtigkeit vorfinden und ihren Versteinerungen nach noch zu dem silurischen Systeme zu gehören scheinen, obgleich sie, im Falle sich diese Stellung bewähren sollte, über den Ludlowfelsen unmittelbar unter den devonischen Schichten eingereiht werden müßten.

Oberhalb dieser Schiefer kommen namentlich an dem Südrande des Westerwaldes auf beiden Ufern der Lahn in der Umgebung von Weilburg mächtige Ablagerungen eines meist dunkelgrauen, dünngeschichteten, compacten Kalksteines vor, zwischen welchen sich hie und da Schalstein oder auch Kalkmergel einschiebt, welche letztere besonders (bei Wilhelmsmühle in der Nähe von Villmar) sehr versteinerungsreich sind. Die Stellung dieser Kalkschichten, die durch mannichfache plutonische Einflüsse vielseitig verworfen sind, in der Reihe der einzelnen Schichtenfolgen der Uebergangsgebilde ist noch nicht ganz sicher bestimmt, indem die Einen sie durchaus dem devonischen Systeme beizählen, Andere aber sie, gleich den Wissenbacher Schichten, als eine Mittelbildung zwischen dem devonischen und silurischen Systeme ansehen wollen. An einigen Stellen werden diese Kalke förmlich marmorartig und auch als solche ausgebeutet. An anderen Orten, wie namentlich an dem Nordrande des Westerwaldes, finden sich statt dieser Kalke Sandsteine und Schiefer. In ähnlicher Weise, wie an den Ufern der Lahn, das heißt, als Kalke von verschiedenem mineralogischem Charakter, treten Gebilde an dem Nordrande des rheinischen Uebergangsgebirges auf, wo sie sich unmittelbar an das westphälische Kohlengebilde anschließen, das wir später betrachten werden.

Der Harz (siehe Fig. 149. Karte des Harzes und Thüringer Waldes) §. 313.
scheint die entgegengesetzte Seite der Ardennen zu bilden, da in ihm ganz ähnliche Gesteine wahrgenommen werden. Hausmann unterscheidet hier drei verschiedene Gruppen der Uebergangsgebilde. Unmittelbar auf den em-

Digitized by Google

porgehobenen Graniten, Gneißen und Glimmerſchiefern, welche letztere größtentheils metamorphiſche Gebilde ſind und den granitiſchen Kern des Harzes umſtehen, der ſich im Brocken zu ziemlich bedeutender Höhe erhebt, unmittelbar auf dieſen liegen Thonſchiefer und Dachſchiefer, denen der Ardennen durchaus ähnlich. Dieſen folgen Quarzite, die oft in Sandſteine übergehen, welche Hausmann Grauwackenſandſteine nennt, und die an einzelnen Stellen viele Foſſilien enthalten. Auf dieſe folgt eine dritte, oberſte Gruppe, welche aber hauptſächlich aus Grauwacke beſteht, zuweilen mit Thonſchiefer abwechſelt, ſonſt aber ziemlich einförmig iſt. Es finden ſich in dieſer Schichtengruppe theils Pflanzenabdrücke, theils Reſte von Seethieren, namentlich Poſidonien, und zwar ſtets ſo vertheilt, daß die Pflanzenreſte nicht in denſelben Schichten ſich befinden, wie die Seethiere, ein Umſtand, der um ſo bemerkenswerther iſt, als auch in der Kohlengruppe daſſelbe Verhältniß eintritt. Offenbar entſprechen dieſe drei Gruppen den in den Ardennen befindlichen ſehr genau, nur mit dem Unterſchiede, daß im Harze die Grauwacke weit weniger entwickelt iſt, und es iſt deshalb mehr als wahrſcheinlich, daß die Ardennen, die rheiniſchen Uebergangsgebilde und die Schichten des Harzes nur eine fortlaufende Reihe bilden, die da, wo ſie nicht zu Tage kommen, wie z. B. im Waldeckiſchen und im Weſerthale, nur von ſpäteren Gebilden überdeckt ſind, unter denſelben aber mit einander zuſammenhängen. An einigen Stellen des Harzes, wie namentlich bei Grund, ſind Kalkſchichten entwickelt, welche offenbar dem devoniſcheu Syſteme anzugehören ſcheinen.

§. 314. Wir erwähnen hier unter den Foſſilien des devoniſchen Syſtemes:

Stromatopora concentrica. Fig. 63.
Tragos acetabulum. Fig. 64.
Favosites alveolaris.
Aulopora serpens. Fig. 69.
Amplexus tortuosus.
Strombodes vermicularis.
Cyathophyllum ceratites.
Platycrinus decagonus.
Cupressocrinus crassus. Fig. 76.
Rhodocrinus crenatus.
Melocrinus laevis.
Cyathocrinus dubius.
Lucina antiqua.
Sanguinolaria compressa.
Cardium pectunculoides, Fig. 79., Lyellii, Fig. 78., vilmarense. Fig. 80.
Lunulacardium canalifer.
Megalodon cucullatus.
Nucula Murchisoni.
Posidonomya Becheri.
Inoceramus inversus.
Pecten transversus.
Avicula gibbosa.
Productus subaculeatus.
Leptaena analoga.
Orthis hians, rugosa, lepis. Fig. 87.
Spirifer speciosus, Fig. 89., Verneuilii, heteroclitus.
Atrypa decussata.
Strygocephalus Burtini. Fig. 84 u. 85.
Terebratula aspera, cassidea, concentrica, prisca, ferita, Fig. 90. Wilsoni, Fig. 91.
Calceola sandalina. Fig. 94. 95. 96.

Digitized by Google

Natica margaritifera, subcostata. Fig. 99.
Schizostoma radiatum. Fig. 105
Cirrhus Leonhardi. Fig. 104.
Monodonta purpurea. Fig. 98.
Euomphalus laevis, serpula. Fig. 103.
Trochus helisites.
Turbo squamiferus. Fig. 97.
Buccinum acutum, imbricatum, arculatum. Fig. 106.
Pleurotomaria Defrancei. Fig. 100.
Turritella lineata.
Murchisonia coronata, Fig. 107., angulata.
Conularia Gervillei, Fig. 109., Gerolsteinensis.
Bellerophon elegans.
Nautilus germanus.
Orthoceras calamiteus, cinctus, Ibex, regularis.
Goniatites Hoeninghausi, Fig. 114., retrorsus, sphaericus, costulatus. Fig. 115.
Clymenia Sedgwickii, costulata.
Cyrthoceras Eifelense, armatum.
Illaenus crassicauda.
Asaphus Hausmanni.
Calymene Latreillii, macrophthalma.
Arges armatus. Fig. 121.
Brontes flabellifer. Fig. 120.
Dipterus macrolepidotus.
Holoptychius nobilissimus, giganteus.
Dendrodus biporcatus.
Diplacanthus.
Cheiracanthus.
Pterichthys. Fig. 123.
Coccosteus.
Cephalaspis Lyellii. Fig. 122.

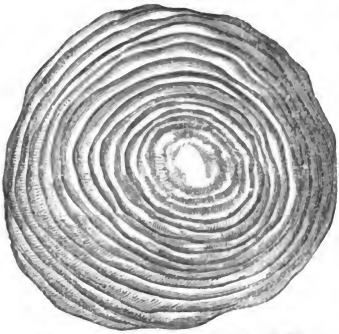
§. 315. Die Petrefacten der ſiluriſchen und devoniſchen Gebilde, welche wir vorläufig noch zuſammenfaſſen, da ihre Trennung noch nicht vollſtändig gelungen iſt, bieten ſchon um deswillen großes Intereſſe dar, als ſie die erſten Spuren von pflanzlichen und thieriſchen Schöpfungen enthalten, und dieſes erſte Auftreten organiſchen Lebens in der Geſchichte der Erde im Allgemeinen durch höchſt abweichende Formen ſich von der jetztlebenden Schöpfung unterſcheidet.

§. 316. Die Polypen treten in den Uebergangsſchichten mit Formen auf, die meiſt in der heutigen Schöpfung nicht mehr vorkommen. Sie bilden an vielen Stellen förmliche Korallenbänke und Riffe, ähnlich denen der Südſee; ein Beweis, daß da, wo dieſe Korallenbänke ſich aufbauten, eine warme, tropiſche See von geringer Tiefe beſtand, indem auch in der jetzigen Periode Korallenbänke nur in tropiſchen Meeren ſich vorfinden und kaum in größeren Tiefen als höchſtens 100 Fuß ſich anbauen. Es ſind namentlich ſteinige Kalkkorallen, welche die Bänke der Ueberganggebirgsmeere bilden, oder auch kleine, kalkige Korallen, den Gorgonien ähnlich. Netzförmige Schmarotzerpolypen, wie Fluſtren u. dgl., kommen in den alten Schichten nicht vor. Eine ſehr charakteriſtiſche und wegen ihrer Häufigkeit bezeichnende Art iſt Stromatopora concentrica, welche in Rußland, England,

Digitized by Google

der Eifel und Nordamerika gleich verbreitet ist und einen schwammartigen Polypenstock bildet, mit feinen, netzförmigen Ritzen, die auf der kugeligen Masse in concentrischen Kreisen gestellt sind.

Fig. 63



Stromatopora concentrica. Eifel.

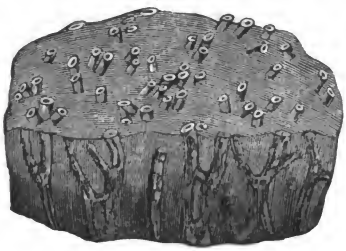
In die Nähe dieser Polypen gehören auch die in der Eifel gefundenen Tragos-Arten, becherförmige Polypenstöcke von schwammigem Gewebe, mit einzelnen unregelmäßigen, lückenartigen Poren.

Fig. 64.

Tragos acetabulum. Eifel.

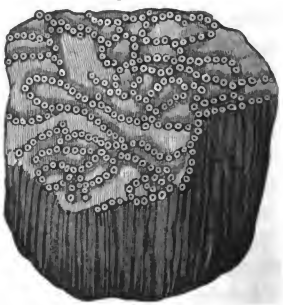
Bedeutendere Polypenstöcke bildeten die Syringoporen und Cateniporen, beide aus senkrecht stehenden Röhren gebildet, und die sich nur dadurch unterscheiden, daß bei den ersteren die Röhren innere Querwände haben und durch Seitenäste mit einander verbunden, auch zuweilen dichotomisch getheilt sind, während bei den Cateniporen die Röhren selbstständig parallel sind und durch ihre Stellung schöne, gewundene, netzförmige Kettenfiguren auf der Oberfläche des Polypenstockes bilden. Die beiden hier abgebildeten Arten finden sich häufig in allen Uebergangsgebirgen vor.

Fig. 65.



Syringopora bifurcata.

Fig. 66.



Catenipora eskaroides.
Aus den silurischen Schichten Englands.

Die Auloporen standen diesen Formen nahe, unterscheiden sich aber durch ihre kleinen Röhren, welche netzartig mit einander verbunden sind (Fig. 69).

Digitized by Google

Anſehnliche Stöcke bilden auch die Cyathophyllen, rundliche Stämme mit dichotomiſchen Aeſten, die ſich in becherförmigen Sternzellen endigen und nur dadurch von den eigentlichen Aſträen unterſcheiden, daß die Polypenſtämme frei und baumartig aufwachſen, während ſie in den Aſträen hart an einander liegen und zu einer Maſſe verſchmelzen.

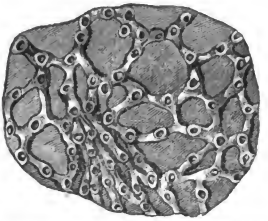
Fig. 67.

Cyathophyllum caespitosum.

Fig. 68.

Astraea ananas.
Aus den ſiluriſchen Schichten Englands.

Fig 69.



Aulopora serpens. Aus der Eifel.

Fig. 70.

Favosites polymorpha.

Fig. 71.

Retepora infundibulum.

Fig. 72.

Gorgonia assimilis.

Alle drei aus den ſilur. Schichten Englands.

Zu den freien kalkigen Polypen, welche keine Korallenriffe bildeten, gehören die Favoſiten, aus ſchuppenartig an einander liegenden Röhrchen gebildet, die unter einander durch Poren communiciren, die Reteporen und Gorgonien.

§. 317. Als bemerkenswerthe Thatſache verdient aufgeführt zu werden, daß in dem Uebergangsgebirge nur geſtielte Seeſterne, Enkriniten, vorkommen, und die übrigen ungeſtielten Gattungen aus der Klaſſe der Echinodermen,

Digitized by Google

Seeigel und Seesterne, durchaus zu fehlen scheinen. Man hat zwar an einigen Orten Bruchstücke von Cidariten wollen gefunden haben, indeß scheint diese Thatsache noch der Bestätigung zu bedürfen. Jedenfalls, auch wenn sie sich bewähren sollte, sind die gestielten Echinodermen, die Seelilien, in überwiegender Zahl in den alten Gebilden, und die Glieder ihrer Stiele oft so häufig, daß die Gesteine nur aus zusammengebackenen Enkrinitenstielen zu bestehen scheinen. Man nannte früher diese Stücke Entrochiten, und daher die Benennung Entrochitenkalk (Calcaire à entroques). Die allgemeine Organisation der Enkriniten, die in viele Geschlechter zerspaltet worden sind, beruht darin, daß auf einem aus auf einander geschichteten Stücken aufgebauten Säulenschafte sich eine becherförmige Ausbreitung befindet, welche die Körperhöhle des Thieres bildete. Im Kreise um diesen aus mehren Stücken zusammengesetzten Becher stehen bewegliche Arme, welche je nach den Geschlechtern und Arten sehr verschieden gebildet erscheinen, aber stets befähigt waren, sich auszubreiten und wieder zu schließen, und auf diese Weise dem in der Tiefe des Bechers liegenden Munde des Thieres die Nahrung zuzuführen. Es würde hier zu weit führen,

Fig. 73.

Hypanthocrinus decorus.

Fig. 74.

Cyathocrinus pyriformis

Fig. 75.

Dimerocrinus isodactylus. Silurisches System von England.

Fig. 76.

Cupressocrinus crassus. Eifel.

Digitized by Google

die Charakteristik der einzelnen Geschlechter und Arten von Enkriniten zu geben, die in den Uebergangsgebilden vorkommen, da man zu diesem Endzwecke auf die Bestimmung der einzelnen Glieder und Täfelchen, welche den Kelch und die Krone zusammensetzen, eingehen müßte. Die auf der vorigen Seite beigefügten Figuren zeigen einige der charakteristischsten Formen, wo die Cupressokriniten namentlich mit ihrem pyramidalischen, massiven Kopfe, die Dimerokrinen ihrer verzweigten und befranzten Arme und unbedeutenden Becher wegen auffallen.

§. 318. Das Reich der **Mollusken** oder **Weichthiere** ist überall in den Schichten der Erde in zahlreicher Menge repräsentirt, aber, wie natürlich, nur durch solche Geschlechter, welche Schalen besitzen, da die Schalenlosen keine Spuren zurücklassen konnten. Im Allgemeinen kann man als Grundsatz aufstellen, daß alle doppelten Schalen, die durch ein Schloß mit einander verbunden sind, den kopflosen Mollusken, den Muscheln, Acephalen oder Conchiferen angehören; daß alle einfachen Schalen ohne Kammern Gehäuse von Schnecken, Gasteropoden, Bauchfüßern sind und daß endlich alle gekammerten Schalen, innerhalb welcher man einzelne Abtheilungen wahrnimmt, von Cephalopoden, Kopffüßlern oder Dintenfischen herrühren.

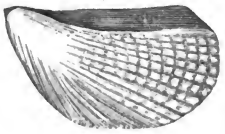
§. 319. Die **Acephalen** oder **Muschelthiere** haben einen zweilappigen Mantel, der den Körper bedeckt, wie die Deckel ein Buch, und der zwei Schalen absondert, die auf der Rückenlinie des Thieres durch ein mehr oder minder complicirtes Schloß verbunden sind, dessen Vorsprünge Zähne genannt werden und dessen Oeffnung durch ein elastisches Band, die Schließung durch ein, zwei oder mehre innerhalb gelegene Muskeln bedingt wird. Zwischen dem Mantel und dem Rumpfe liegen jederseits ein oder zwei Kiemenblätter, die bei einer Familie, den Brachiopoden, mit dem Mantel selbst verwachsen, bei anderen frei sind. Der Darm läuft bei den meisten gerade längs der Rückenlinie vom Munde zum After; die Bauchseite des Rumpfes ist fleischig und bald zu einem einfachen Muskelfuße, bald zu besonderen Organen (bei den Armfüßern) entwickelt. Bei vielen ist das Hintertheil in zwei Röhren ausgezogen, wodurch das Wasser, das zum Athmen gedient hatte, und der Koth ausgeworfen wurden. Die Stellung, welche die Muschelthiere im Leben haben, ist sehr wichtig für die Geologie; diejenigen, welche Athemröhren besitzen, stecken so im Schlamme oder in anderen Gegenständen, in welche sie sich einbohren, daß die Röhre in geradem Winkel auf der Oberfläche steht; mithin stehen sie im Schlamme senkrecht, das Maul nach unten, die Oeffnung der Athemröhre nach oben; in senkrecht stehenden Säulen waagerecht ꝛc. Andere, welche frei kriechen, stehen senkrecht auf dem Fuße; viele sind durch ein besonderes Gewebe, Byssus genannt, auf anderen Gegenständen mit einer bestimmten Schale festgeheftet.

Digitized by Google

§. 320. Man hat die Muſcheln, je nach der Gegenwart eines oder zweier Schließmuskeln, deren Eindrücke leicht auf der Innenſeite der Schalen geſehen werden, in zwei große Ordnungen zerfällt, Einmuskelige, Monomyarier, und Zweimuskelige, Dimyarier, eine Eintheilung, die ſchon um deswillen unſtatthaft iſt, als wahrſcheinlich die beiden getrennten Muskeln der Dimyarier in dem Embryonalzuſtande zu einem einzigen vereinigt ſind, die aber dennoch für die Geologie mancherlei Bequemlichkeiten darbietet.

§. 321. Die Monomyarier ſind in den Uebergangsgebirgen im Allgemeinen nur ſehr ſchwach repräſentirt, namentlich fehlt die große Familie der Auſtern, die in ſpäteren Zeiten ſo wichtig werden, darin gänzlich. Die Kammmuſcheln zeigen nur ſehr ſeltene Arten, und das zahlreichſte Geſchlecht, die Aviculaceen, gehören wohl richtiger den Dimyariern an. Die Aviculaceen oder Perlmuttermuſcheln haben nämlich eine gleichſchalige blätterige Muſchel, nach vorn geneigte Schloßbuckeln, gerades, zahnloſes oder nur ſehr ſchwach bezahntes Schloß, mit einem vorderen Ausſchnitt für den Byſſus, und auf der Innenfläche meiſt nur einen größeren Muskeleindruck, indem der vordere Muskel ſo ſchwach iſt, daß er kaum einen merklichen Eindruck hinterläßt. Die wahren Aviculen haben eine ſchiefe Muſchel mit ſpitzen Schloßfortſätzen und einen kleinen Zahn am Schloſſe.

Fig. 77.



Avicula lineata.
Aus den ſiluriſchen Schichten Englands.

§. 322. Unter den Dimyariern iſt namentlich die Familie der Cardiaceen oder Herzmuſcheln, durch ſehr häufige Arten in den paläozoiſchen Gebilden repräſentirt. Die Muſcheln dieſer Familie ſind gleichſchalig, mit dicken Schalen und ſtarken Muskeleindrücken, das Schloß hat Zähne, der Mantel iſt geſchloſſen und hat nur unten einen Schlitz für den Fuß; die Muſchel ſchließt vollkommen am ganzen Rande, beſitzt aber hinten zwei lange Athemröhren. Die eigentlichen Cardien haben vorſtehende Buckeln, innerlich gefalteten Rand, meiſt Längsfalten; vier Zähne auf jeder Schale, und ſind bald rund und kugelig mit ſtark vorſtehenden krummen Buckeln, bald mehr oder minder abgeplattet und wie abgeſchnitten.

Fig. 78.

Cardium Lyellii.

Fig. 79.

Cardium pectunculoides.

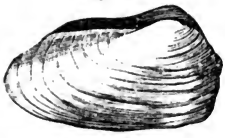
Fig. 80.

Cardium vilmarense.

Alle drei aus dem devoniſchen Kalke der Eifel.

Digitized by Google

Fig. 81.



Cypricardia impressa, aus den silurischen Schichten Englands.

Die Cypricardien, welche zu derselben Familie gehören, haben oblonge, sehr ungleichseitige Schalen; das vordere Ende ist abgestutzt; die Schale schließt sich vollkommen oder bleibt nur am hinteren Theile ein wenig offen; das Schloß zeigt 2—3 Hauptzähne und einen hinteren Seitenzahn. Die Muskeleindrücke sind groß, rund; der Manteleindruck einfach, hinten bedeutend ausgeschweift.

§. 323. In der Klasse der kopflosen Mollusken zeichnet sich vor allen durch Häufigkeit der Arten und Geschlechter die Familie der Brachiopoden aus, die man mit Unrecht früher als eine eigene Klasse betrachten wollte. Die Geschlechter der Armfüßler haben zu allen Epochen der Erdgeschichte gelebt, sind aber stets mehr und mehr an Zahl gegen die übrigen Muschelthiere herabgesunken, so daß sie, die in dem Uebergangsgebirgsmeere die Hauptrolle spielten, jetzt nur noch eine unbedeutende Fraction der Muscheln unserer Schöpfungsperiode darstellen. Die Brachiopoden unterscheiden sich in mehren wesentlichen Punkten von den übrigen Acephalen, und auch ihre Schalen sind auf den ersten Blick leicht kenntlich. Die innere Structur dieser Thiere ist jetzt, bis auf einige wenige Punkte, so ziemlich bekannt. Sie haben keine abgesonderten blätterigen Kiemen, wie die übrigen kopflosen Mollusken, sondern die einfachen Kiemenblätter sind zu beiden Seiten mit den Mantelblättern verwachsen. Statt eines Herzens kommen deren zwei vor, deren Vorkammern mittelst großer Oeffnungen mit der Bauchhöhle in Verbindung stehen und aus dieser den Nahrungssaft aufpumpen. Zu beiden Seiten des Mundes, welcher in einer senkrecht auf die Schalenflächen gezogenen Mittellinie liegt, befinden sich zwei spiralig aufgewundene, hohle, elastische Arme, welche mit langen beweglichen Franzen besetzt sind, und zum Oeffnen der Schale und zum Ergreifen der Nahrung dienen. Zur Unterstützung und Befestigung dieser Arme findet sich zuweilen im Innern der Muschel und an die Schalen befestigt ein sehr bedeutendes, starres Gerüste, welches bei den einzelnen Geschlechtern und Arten sehr wechselt und manchmal auch ganz fehlt. Die Muscheln der Brachiopoden sind zweischalig und mehr oder weniger ungleich. Meist ist die eine Schale bedeutend größer und gewölbter; sie ist mit dem Namen der Rückenschale belegt worden, die kleinere, flachere hat den Namen der Bauchschale erhalten. Ein Schloß existirt, aber kein Schloßband; die Muscheln sind stets angeheftet an Felsen oder andere Gegenstände unter dem Wasser und zwar entweder unmittelbar oder mittelst eines mehr oder weniger langen, fleischigen und contractilen Bandes. Die angenommene Nomenclatur der Schalen ist erweislicher Maßen falsch; der Schloßrand entspricht auch bei den Brachiopoden, wie bei den übrigen Ace-

Digitized by Google

phalen, dem Rücken, und die eine Schale iſt demnach die rechte, die andere die linke; allein ſämmtliche Beſchreibungen ſind bis jetzt auf die entgegengeſetzte Anſicht gegründet. Statt eines oder zwei Muskeln im Innern des Thieres zum Schließen der Schalen befinden ſich meiſt mehre darin. Man hat unter den Brachiopoden viele Geſchlechter aufgeſtellt, die meiſt nicht gehörig gerechtfertigt ſind.

Das Genus Pentamerus kommt bis jetzt nur in den ſiluriſchen Formationen vor. Es unterſcheidet ſich durch ſtark eingekrümmte Buckeln, welche undurchbohrt ſind und durch die Gegenwart von Scheidewänden im Innern der Muſchel. Die eine Schale hat nämlich ein längslaufendes, vorſpringendes Blatt, die andere zwei, ſo daß der innere Raum der Muſchel in fünf Längskammern getheilt iſt.

Fig. 82.

Pentamerus Knightii, England, von der Seite.

Fig. 83.

Pentamerus Knightii, England, von den Buckeln aus.

Die Strygocephalen haben einen etwas wellenförmigen Schloßrand, über welchem der Buckel der größeren Schale hervorragt. Hierdurch entſteht ein dreieckiges Schloßfeld, das von einer unregelmäßigen dreieckigen Oeffnung durchbohrt iſt, welche mit zunehmendem Alter der Schale ſich allmählich verengt und gänzlich verſtopft. Im Innern befindet ſich auf der größeren Schale eine dicke Längsſcheidewand, die bis in die Hälfte der Schale reicht. Die hier abgebildete Art (Strygoc. Burtini) iſt ſehr häufig in der Eifel, wo ſie einen beſtimmten Horizont, den Strygocephalenkalk, bildet.

Fig. 84.

Strygocephalus Burtini, von der kleinen Schale aus,

Fig. 85.

von der Seite.

Digitized by Google

Fig. 86.

Leptaena lata (sarcinulata).

Ein gerader linearer Schloßrand, nahe Buckeln und ein sehr niederes dreieckiges Schloßfeld ohne Oeffnung soll das zweifelhafte Genus der Leptänen charakterisiren unter denen namentlich Leptaena lata sehr häufig in den silurischen Schichten vorkommt.

Fig. 87.

Orthis (Leptaena) lepis. Eifel.

Das Geschlecht Orthis unterscheidet sich besonders durch die Gegenwart einer dreieckigen Oeffnung in dem Schloßfelde von dem vorigen. Es zählt zahlreiche Arten in den Uebergangsgebilden, und Orthis callactis ist ebenso häufig in dem silurischen Systeme, als O. lepis im devonischen.

Die Spirifer zeigen einen geraden oder wellenförmigen Schloßrand, großes dreieckiges Schloßfeld mit dreieckiger Oeffnung, gebogenen Buckel und im Innern spiralförmig gewundene Armgerüste. Spirifer radiatus scheint bezeichnend für die silurischen Schichten Englands, Sp. speciosus für die devonischen Gebilde in ihrer ganzen Ausdehnung.

Fig. 88.

Spirifer radiatus.

Fig. 89.

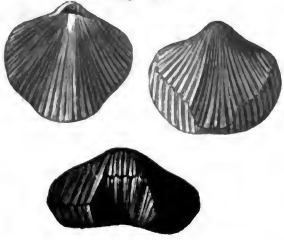
Spirifer speciosus, Eifel.

Das bedeutendste Geschlecht an Arten, die fast in allen Schichten durch ihre Häufigkeit und leicht faßlichen äußeren Charaktere zu vortrefflichen Leitmuscheln dienen, ist das Geschlecht der Terebrateln. Der Schnabel der größeren Klappe ist bei den Terebrateln durchbohrt, zum Durchlassen des Anheftungsbandes, und unter dem Schnabel, zwischen ihm und dem Schloßrande, findet sich ein dreieckiges Feld, das Deltidium, dessen verschiedene Charaktere sehr we-

Fig. 90.

Terebratula ferita.

Fig 91.



Terebratula Wilsoni, Eifel.

Fig. 92.

Fig. 93.

Terebratula crispata. T. imbricata.

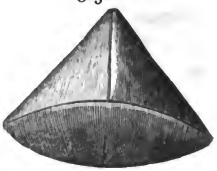
ſentlich zur Beſtimmung der Arten ſind. Terebratula ferita iſt charakteriſtiſch und beſonders häufig in den devoniſchen Schichten, Tereb. Wilsoni ungemein weit in denſelben Schichten verbreitet, während T. crispata und T. imbricata hauptſächlich in ſiluriſchen Ablagerungen Englands ſich zeigen.

Eine äußerſt merkwürdige und ſehr leicht kenntliche Verſteinerung iſt endlich die Calceola sandalina, eine ſonderbare Muſchel aus einer großen halbkegelförmigen, horizontal geſtreiften und einer kleinen, deckelartigen, halbkreisförmigen Schale zuſammengeſetzt. Sie kommt überall in den devoniſchen Gebilden vor.

Fig 94.

Fig. 95.

Fig. 96.



Calceola sandalina aus der Eifel.

Fig. 94 die beiden Schalen von unten in ihrer gegenſeitigen Lage. Fig. 95 die große Schale nach abgenommenem Deckel. Fig. 96 die große Schale von oben (Schloßfläche).

§. 324. Die Gaſteropoden oder Bauchfüßer, zu welchen unſere Garten- und Wegſchnecken gehören, haben eine fleiſchige Sohle, auf welcher ſie kriechen, einen deutlichen Kopf mit zwei oder mehr Fühlhörnern, ſind aber ſonſt ſehr verſchieden gebaut. Sie athmen bald durch Lungenſäcke, bald durch Kiemen, welche öfter bedeckt oder in einer Falte verſteckt, zuweilen frei ſind. Die meiſten beſitzen eine gewundene Schale, wenige nur beſitzen mehre Stücke oder auch eine nicht gewundene mützenförmige Schale; viele ſind durchaus nackt. Die Schalen werden mit dem Wachsthume immer größer und man unterſcheidet die Spitze und die offene Mündung oder Baſis. Legen ſich die Windungen nicht völlig an einander, ſo wird die Axe des Gehäuſes von einer kegelförmigen Höhle, dem Nabel, gebildet, wo nicht, ſo findet ſich eine innere Axe, die Spindel oder Columella, um welche ſich die Mündungen drehen. Die Schnecke iſt bald rechts, bald links gedreht. Viele haben auf dem Rücken am Hintertheile des Körpers einen Deckel, Operculum, der die Oeffnung des Gehäuſes ſchließt, ſobald das Thier ſich vollſtändig in deſſen Höhle zurückzieht.

Digitized by Google

Fig. 97.

Turbo squamiferus. Aus den devoniſchen Kalken der Eifel.

Die Familie der Kreiſelſchnecken hat zwei Fühler, an deren Baſis die Augen auf einem Vorſprunge ſitzen, das Gehäuſe iſt koniſch, thurmförmig; der Randſaum ſelten vollſtändig. Die Arten des Genus Turbo haben eine koniſche Schale mit ganzer abgerundeter Oeffnung, gekrümmter, abgeplatteter Spindel und einem kleinen offenen Nabel. Durch ihre Form und ihre Verzierungen ſind dieſe Schnecken äußerſt kenntlich und meiſt ſehr charakteriſtiſch.

Fig. 98.

Monodonta purpurea. Aus der Eifel.

Fig. 99.

Natica subcostata. Aus der Eifel.

Die Monodonten gehören zu derſelben Familie; ihre Spindel tritt in der Oeffnung nach innen mit einem mehr oder minder ſtarken Zahne vor.

Zu derſelben Familie hat man das Geſchlecht Natica geſtellt; dicke Gehäuſe mit eiförmiger Mündung, ſcharfem, äußerem Rande und ſchwielig umgeſchlagenem Spindelrande, der den Nabel verdeckt; meiſt kurz und die letzte Windung bedeutend über die andere überwiegend.

Fig. 100.

Pleurotomaria Defrancei. Aus der Eifel.

Fig. 101.

Pleurotomaria Lloydii. Aus den ſiluriſchen Schichten Englands.

Die Pleurotomarien, welche namentlich in den Kohlengebirgen zahlreich werden, haben eine ſtark gewundene, meiſt kegelförmige Schale mit ganzer Oeffnung, die ſchief ſteht, meiſt eiförmig, rund, zuweilen auch eckig iſt; ein mehr oder weniger tiefer Einſchnitt findet ſich am rechten Rande.

Die Euomphalen haben ein ſehr abgeplattetes Gehäuſe, das meiſt ſogar in einer Ebene gewunden iſt, oder ſich nur ſehr wenig erhebt, einen brei-

Digitized by Google

Fig. 103.

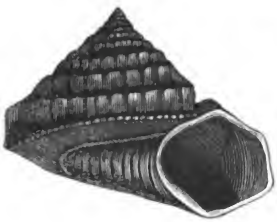
Euomphalus rugosus, charakteriſtiſch für ſiluriſche Schichten.

Fig. 102.

Euomphalus serpula, aus der Eifel.

ten, durchaus glatten, einfachen Nabel, und eine vollſtändige Mundöffnung, deren Rand meiſt ganz und eckig iſt. Man kennt dies Geſchlecht bis jetzt nur in den paläozoiſchen Gebilden, für die es durchaus charakteriſtiſch iſt.

Fig. 104.



Cirrhus Leonhardi. Eifel.

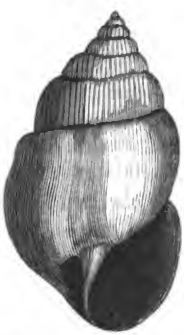
Fig. 105.

Schizostoma radiata. Eifel.

Die Cirrhen unterſcheiden ſich von den Euomphalen nur durch kegelförmige Erhebung des Gehäuſes.

Die Schizoſtomen ſind in einer Ebene aufgerollte Euomphalen mit am oberen äußeren Rande aufgeſchlitzter Mundöffnung.

Fig. 106.



Buccinum arculatum, aus der Eifel.

Fig. 107.

Murchisonia coronata. Eifel.

Das Geſchlecht der Tritonshörner (Buccinum) hat ein ungenabeltes, meiſt koniſches, ſpitzig zulaufendes Gehäuſe; eine gebogene, unverflachte Spindel, die durch einen tiefen Ausſchnitt vom Rippenrande getrennt iſt.

Die Murchiſonien ſind den Uebergangsgebilden durchaus eigenthümlich und charakteriſiren dieſelben vollſtändig. Es ſind längliche, thurmförmige Schnecken, mit ſchiefer, oblonger Oeffnung, die an der Baſis mit einem kurzen, abgeſtutzten Kanal endet. Die Spindel iſt gekrümmt und zwar leicht nach außen gekrümmt. Auf der rechten Seite findet

Digitized by Google

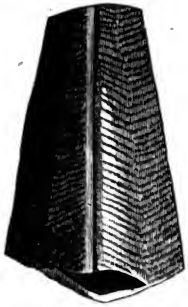
sich eine enge Spalte mit parallelen Wänden, deren Schluß auf der Mittellinie der Windungen eine Leiste oder einen Reifen bedingt.

Fig. 108.

Bellerophon bilobatus. Eifel.

Sehr zweifelhaft ist die Stellung eines dem paläozoischen Gebilde durchaus eigenthümlichen Geschlechtes, der Bellerophonten. Seine Schalen sind durchaus denjenigen einer Familie unter den Cephalopoden, den Nautilen, ähnlich; sie sind aufgerollt wie diese, so daß die letzte Windung meist die vorige deckt; aber sie haben weder Kammern, noch Sipho; ihre Oeffnung ist einfach, quer, der Rand gerade, wellenförmig oder eingeschnitten in der Mitte und schneidend. §. 325.

Fig. 109.



Conularia Gervillei. Aus der Eifel.

Den Pteropoden hat man eine eigenthümliche Gattung fossiler Schalen zugetheilt, welche nur in den Uebergangsgebilden vorkommen und ihrer kegelförmigen Gestalt wegen Conularien genannt wurden; sie sind meist gerade, drei- oder vierseitig, mit halbgeschlossener Mundöffnung, die an der Basis des Kegels oder der Pyramide sich findet. §. 326.

Die Cephalopoden oder Kopffüßler bilden bekanntlich unter den Mollusken oder Weichthieren die höchste Stufe der Organisation. Sie haben einen bestimmt abgesetzten Kopf mit zwei großen, seitlich vorragenden Augen, in dessen Innerem ein mehr oder minder großer Knorpel sich befindet, der ganz oder theilweise das Gehirn einschließt. Der Mund befindet sich vorn am Kopfe in der Tiefe eines Trichters, der im Kreise von einer mehr oder minder großen Zahl von Armen umstellt ist, welche durch Saugnäpfe oder Haken zum Ergreifen und Festhalten geeignet sind. Der Eingang in den Mund ist mit zwei starken, hornigen Kiefern bewaffnet, die einem Papagaienschnabel nicht unähnlich sind. Die Eingeweide sind in einem Sacke eingeschlossen, dessen beutelförmige Gestalt sehr nach den verschiedenen Geschlechtern wechselt. Die Kiemen, zwei oder vier an der Zahl, liegen in einem besonderen Sacke, der mit einem Spritzrohre oder Trichter in Verbindung steht, durch welchen das Wasser, welches zum Athmen gedient hat, gewaltsam hervorgepreßt wird. Dieser Stoß dient zugleich dem §. 327.

Digitized by Google

Thiere als bewegende Kraft im Wasser, wo es stets mit dem Bauchsacke nach oben und dem Kopfe nebst den daran befestigten Armen nach unten schwimmt. Unter den Eingeweiden ist namentlich in geologischer Hinsicht eine Art Beutel wichtig, der einen schwärzlichen Dintensaft enthält, aus welchem die Sepia bereitet wird, und dessen Erhaltung in den Fossilien nicht selten ist.

Nur sehr wenige jetzt lebende Cephalopoden haben Schalen, die meisten aber besitzen innere Knochen, deren Structur sehr charakteristisch ist und die auch allein in fossilem Zustande erhalten sind. Die Betrachtung der Cephalopoden ist für die Geologie von äußerster Wichtigkeit, da sie von den ältesten Schichten bis in die neuesten mit sehr charakteristischen und mannichfaltigen Formen sich fortsetzten, die zur Bestimmung der einzelnen Formationen mit Erfolg benutzt werden können.

§. 328. Man hat die Cephalopoden in mehre Familien getheilt, wovon nur zwei, die Nautiliden und Ammoniden, in den Uebergangsschichten repräsentirt sind. Beide hatten gekammerte Schalen, in deren letzter Kammer ein Thier lebte, welches ohne Zweifel mit dem noch jetzt lebenden Nautilus oder wenigstens mit der Familie der Nautiliden große Verwandtschaft hatte. Diese gekammerten Schalen zeichnen sich außerdem noch durch die Existenz einer Röhre aus, welche, von einer Kammer in die andere sich fortsetzend, die Schale in ihrer ganzen Länge durchsetzt und bald durchbrochen ist, bald auch eine vollständig geschlossene Röhre darstellt, die mit den Kammern in keiner offenen Verbindung steht. Diese Röhre oder Sipho dient einzig zur Aufnahme eines Bandes, wodurch die Schale fester an das Thier angeheftet ist, nicht aber als Communicationsröhre, mittelst deren Hülfe die in den leeren Kammern enthaltene Luft verdichtet oder verdünnt werden könnte. Die leeren Kammern der Schale dienen dem Thiere gleichsam als Schwimmapparat, wodurch es auf der Oberfläche des Wassers erhalten wird. Man unterscheidet an den Cephalopodenschalen den Rücken oder den äußeren Rand und den Bauch oder den inneren Rand, eine leider so allgemein eingeführte Bezeichnung, daß sie wohl nicht mehr geändert werden kann, wie es doch der Anatomie des lebenden Thieres zufolge geschehen müßte, da bei diesem die Bauchseite dem von den Paläontologen sogenannten Rücken der Schale entspricht.

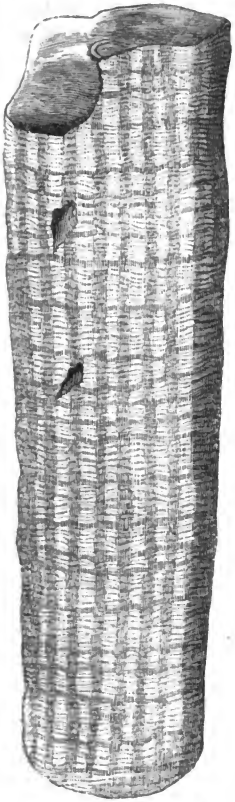
§. 329. Die Orthoceratiten sind ein zahlreiches Geschlecht gekammerter Schalen, welche die Gestalt eines länglichen Kegels haben und zuweilen Mannesdicke besitzen. Sie bestehen aus einer Reihe becherförmiger, auf ander gesetzter Kammern, deren Boden schwach vertieft ist, und zeigen

Digitized by Google

einen meiſt centralen Sipho, der ſich indeß bei vielen Arten mehr oder minder dem Rande nähert.

Die beiden hier abgebildeten Arten ſind charakteriſtiſch für die ſiluriſchen Schichten. Die Orthoceren im Allgemeinen ſind beſonders häufig in den Uebergangsgebirgen und den Kohlengebilden, werden in der Trias ſelten, und verſchwinden gänzlich nach dem Lias.

Fig. 110.



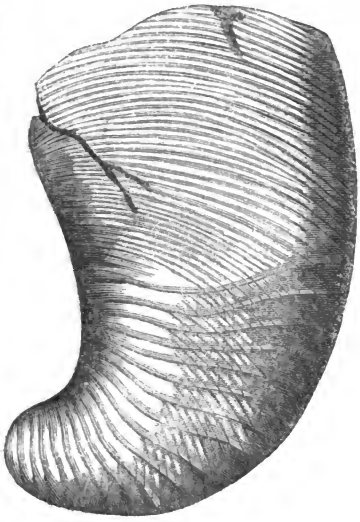
Orthoceras annulatum.

Fig. 111.

Orthoceras attenuatum.

Die Phragmoceratiten, die einzig auf die Uebergangsgebirge beſchränkt ſind, ſtellen kurze koniſche Orthoceratiten vor, deren unteres ſtumpfes Ende hornförmig eingebogen iſt. Die Kammern ſind nicht ſehr zahlreich und ſehr einander genähert.

Fig. 112.

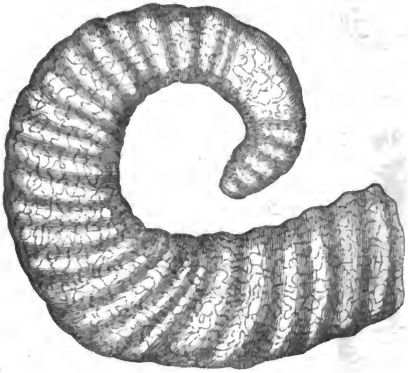


Phragmoceras ventricosum. Siluriſches Syſtem von England.

Die Lituiten ſind ebenfalls gebogene Orthoceratiten, deren eines Ende aber wie ein Biſchofsſtab eingerollt iſt, doch in der Art, daß die Windungen ſich nicht berühren, während das andere in gerader Richtung ſtabförmig ſich

Digitized by Google

Fig. 113.



Lituites giganteus.
England.

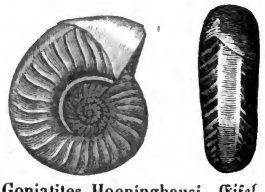
fortsetzt. Der Sipho ist central, und Arten des Geschlechtes bis jetzt nur in den silurischen Schichten gefunden worden.

Die Nautilen endlich, die sich ununterbrochen von den ältesten Zeiten bis in die lebende Welt fortsetzten, sind gänzlich aufgerollt, so daß die Windungen nicht nur einander berühren, sondern meist auch in der Art über einander greifen, daß die ersten Windungen von den letzten bedeckt sind. Die Nautilen der älteren Schichten haben indeß das Eigenthümliche, daß ihre Windungen nicht übergreifen.

§. 330. Die Familie der Ammoniden unterscheidet sich von den Nautiliden dadurch, daß die Scheidewände der Kammern nicht einfache Curven oder Wellenlinien, sondern mehr oder minder gezackte und gebrochene Linien darstellen und daß der Sipho meist dorsal ist, während er bei den Nautiliden central oder mehr ventral sich befindet. Beide Familien sind mit einander durch die Clymenien verbunden, die einen ventralen Sipho, wie die Nautilen, aber oft gebrochene Scheidewände, wie die Goniatiten, besitzen, und von denen man einige Arten in den Uebergangsgebilden kennt.

Fig. 114.

a. b.

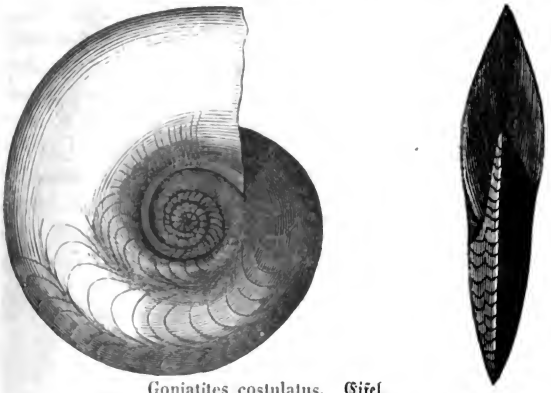


Goniatites Hoeninghausi. Eifel.
a. von der Seite. b. von vorn.

Die Goniatiten haben einfache Scheidewände, die nie blätterig ausgezackt sind, aber in zickzackförmigen Wellenlinien zusammenstoßen. Sie haben einen dorsalen Sipho, das einzige Unterscheidungszeichen von den Clymenien, und finden sich in allen alten Gesteinsfolgen bis zum Muschelkalke. Sie sind besonders entwickelt im devonischen Systeme, aus dem wir zwei ausgezeichnete Arten abbilden.

Digitized by Google

a. Fig. 115. b.



Goniatites costulatus. Eifel.
a. von der Seite. b. von dem Rücken.

Die Gliederthiere sind in den älteren silurischen und devonischen Schichten ausschließlich durch eine höchst merkwürdige Familie von Crustaceen vertreten, über deren Stellung man lange zweifelhaft war, bis neuere Untersuchungen sie endlich in die Abtheilung der Kiemenfüßler, und zwar in die Nähe des bekannten Kiemenfußes, Apus cancriformis, brachten. Die Trilobiten, wie diese Crustaceen heißen, bilden aber nichts desto weniger eine scharf abgesonderte ausgestorbene Familie, die zu den übrigen Crustaceen etwa in einem ähnlichen Verhältnisse steht, wie die Cephalaspiden zu den Fischen. §. 331.

Bei den Trilobiten ist der Körper in drei deutlich von einander getrennte Abschnitte getheilt, welche man, wie bei den übrigen Gliederthieren, Kopf, Thorax und Hinterleib nennt. Die Schale, welche diese Theile bedeckte, war sehr dünn und meist körnig, mit Höckern oder auch mit Stacheln besetzt; sie hat sich nur selten erhalten, so daß die meisten uns bekannten Fossilien nur Abdrücke oder Steinkerne sind. Der Kopf besteht aus einem mittleren Buckel, der meist durch scharfe Einschnitte von zwei seitlichen horizontalen Ausbreitungen, dem Kopfschilde, abgetrennt ist. Auf diesen seitlichen Ausbreitungen treten meist zwei große, mehr oder minder mondförmige Anschwellungen hervor, welche zusammengesetzte Augen mit glatter Hornhaut waren, in deren Innerem man oft noch zahlreiche Facetten wahrnimmt. Der Rumpf oder Thorax besteht ebenfalls aus einem mehr oder minder erhabenen Mittelwulste und zwei seitlichen Ausbreitungen; er ist durch eine bestimmte Anzahl von queren Einschnitten in Ringe getheilt, deren Zahl für die einzelnen Arten charakteristisch ist und zwischen 5 bis 20 §. 332.

Digitized by Google

wechſelt. Aehnliche Ringe, aber weniger deutlich ausgebildet, zeigt der Hinterleib oder das Schwanzſchild, in welchem auch die Unterſcheidung in einen Mittelwulſt und zwei ſeitliche Ausbreitungen ſich allmählich verliert, ſo daß in vielen Gattungen nur ein einfaches, geſtreiftes abgerundetes Schild überbleibt. Die verſchiedenen Verhältniſſe zwiſchen den drei conſtituirenden Körpertheilen, die Zahl der Ringe, Lage der Augen, die Art, wie die ſeitlichen Schilde ausgezackt oder beſtachelt ſind, geben die Charaktere für die Trennung der Gattungen und Arten dieſer jetzt ſchon ſehr zahlreichen Familie ab. Viele Arten haben die Fähigkeit, ſich kugelförmig, etwa wie Aſſeln, zuſammenzurollen, und man hat auch auf dieſe Fähigkeit eine gewiſſe Verwandtſchaft zu den Kelleraſſeln gründen wollen, die aber durchaus oberflächlich iſt, da die Trilobiten höchſt wahrſcheinlich nur äußerſt weiche, häutige Füße hatten, im Waſſer lebten, keine Fühlhörner beſaßen und mithin in allen Dingen den Kiemenfüßlern nahekamen.

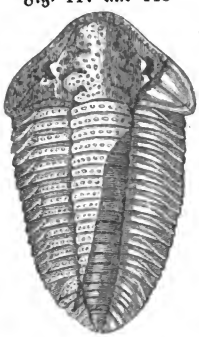
Fig. 116.

Trinucleus granulatus.

Unter den ſehr zahlreichen Geſchlechtern führen wir folgende an:

Trinucleus, mit halbkreisförmigem Kopfſchilde, deſſen warzig punktirter Rand jederſeits in einen hinteren Stachel ausläuft; ohne Augen, mit ſechs Körperringen und halbkreisförmigem Hinterleibe. Charakteriſtiſch für die ſiluriſchen Gebilde.

Fig. 117 und 118.



Ebenſo charakteriſtiſch für die ſiluriſchen Schichten iſt das Geſchlecht der Homalonotus; ſehr große Trilobiten mit faſt gleichförmigem Kopf- und Schwanzſchilde von hyperboliſcher Geſtalt, relativ kleinen Augen und dreizehn Rumpfgliedern. Der Rücken dieſer Thiere, die in den ſiluriſchen Schichten wimmelten, iſt weit flacher, als bei den übrigen Trilobiten; ſie kugelten ſich nicht zuſammen.

Calymene Blumenbachii. Siluriſch.

Die Calymenen haben ein ſtark gewölbtes halbmondförmiges Kopfſchild mit aufgeworfenem Rande, hochgewölbtem Buckel, kleine, aber ſtark vorragende Augen, deren Stellung zum Kopfſchilde je nach den Arten wechſelt, dreizehn Rumpfringe mit hochgewölbter Axe, ſchmalem, abgerundetem Schwanzſchilde, das beim Einrollen vom Kopfſchilde überdeckt wird. Der Panzer war mit Körnern und Warzen beſetzt.

Auch die Calymenen ſind hauptſächlich ſiluriſch, und die eine der hier abgebildeten Arten iſt bis jetzt faſt in allen Welttheilen gefunden worden.

Digitized by Google

Fig. 119.

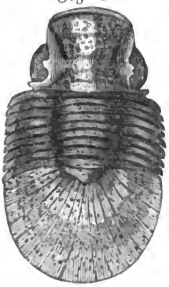
Phacops Downingiae.
Aus den silurischen Schichten von England.

Die Gattung Phacops unterscheidet sich von den Calymenen durch sehr große gewölbte Augen und eilf Rumpfringe.

Einen eigenthümlichen Typus stellt die Gattung Brontes dar, an welcher stets die Kopfschilder fehlen und nur der Kopfbuckel mit den großen gewölbten Augen vorhanden ist; das Schwanzschild ist halbkreisförmig ungetheilt, mit radialen Furchen besetzt; der Rumpf aus zehn sehr kurzen Ringen zusammengesetzt.

Charakteristisch für die devonischen Kalksteine der Eifel.

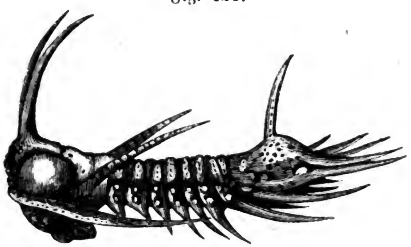
Fig. 120.



Brontes flabellifer.

Sehr bizarr endlich ist die bis jetzt nur im Uebergangskalke der Eifel angetroffene gestachelte Trilobitenart, die Goldfuß Arges armatus nennt. Der rundliche Kopf ist hochgewölbt, die Seitentheile kuglich, das Kopfschild in einen großen platten, nach hinten sich erstreckenden Stachel umgewandelt; die Augen sind nicht erkennbar, der Rumpf achtgliederig, das Schwanzschild groß mit ungegliederter Axe. Alle Ringe laufen seitlich in Stacheln aus; das Schwanzschild ist mit gekrümmten, nach hinten strahlenden Stacheln besetzt; zwei große gekrümmte Stacheln stehen auf der Stirn, ein dritter kleinerer auf dem Schwanzschilde.

Fig. 121.



Arges armatus.

§. 333. Die einzigen Wirbelthiere, welche in den Uebergangsformationen sich finden, sind Fische, und zwar Fische von höchst eigenthümlichen Formen, die erst neuerdings genauer bekannt geworden sind. In den silurischen Schichten finden sich deren nur in den höheren Ludlowschiefern, und eine wirkliche Wirbelthierfauna tritt erst in dem devonischen Systeme auf. In den silurischen Schichten finden sich nur einige Zähne, deren Stellung noch nicht hat bestimmt werden können, und Strahlen von Flossen, sogenannte Ichthyodorulithen, deren Häufigkeit auf eine große Zahl von Knorpelfischen schließen läßt, welche in dieser Epoche lebten, und in deren Flossen

Digitized by Google

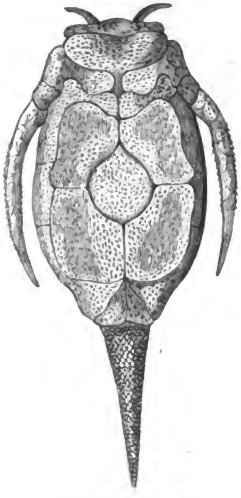
solche harte Strahlen sich fanden. Auch in den devonischen Schichten finden wir solche Ichthyodorulithen, sowie Zähne aus der Familie der Cestracionten, einer eigenthümlichen Familie von Haifischen, die statt großer Reißzähne platte Mahlzähne zum Zermalmen ihrer hauptsächlich aus Schalthieren bestehenden Nahrung besitzen und in deren Flossen ebenfalls je ein harter Strahl sich befindet.

§. 334. Eine außerordentlich merkwürdige und ganz auf das devonische System beschränkte Familie ist die der Cephalaspiden, aus welcher wir hier zwei Repräsentanten, den Cephalaspis Lyellii (Fig. 122) und den Pterichthys latus (Fig. 123) abbilden. Diese Fische hatten wahrscheinlich ein großen-

Fig. 122.

Cephalaspis Lyellii.
Devonisches System.

Fig. 123.



Pterichthys latus.
Aus Schottland.

theils knorpeliges inneres Skelett; statt einer Wirbelsäule besaßen sie, wie die Embryonen anderer Fische und wie die Neunaugen, einen knorpeligen Gallertstrang, auf welchem das Rückenmark auflag. Sie waren ganz oder theilweise mit harten, knöchernen Platten gepanzert, die zuweilen zu einem einzigen Panzer sich zusammenfügten. Je nach den verschiedenen Geschlechtern war dieser Panzer mehr oder minder vollständig. Das Maul lag meistens unter dem Kopfe, wie bei den Stören, die Flossen waren sehr unvollständig und bei einigen Geschlechtern kaum als Flossen entwickelt. Die Cephalaspiden treten ihrer Gestalt nach noch am nächsten an die welsartigen Fische, besonders an die gepanzerten Welse der südlichen Continente heran; die Pterichthyden wurden lange Zeit, ehe man ihren beschuppten Schwanz entdeckte, für Käfer oder Schildkröten gehalten. Statt Brustflossen besitzen sie nämlich zwei steife, säbelförmig gekrümmte Anhängsel ohne Flossenstrahlen.

Digitized by Google

Eine nicht minder interessante Familie bilden die Akanthodier, kleine §. 335.
Fische mit außerordentlich kleinen emaillirten rhomboidalen Knochenschüppchen, die wie Chagrin aussehen, aber sonst mit wohlentwickelten Flossen, und in ihrer Gestalt von den gewöhnlichen Knochenfischen nicht abweichend. Eine andere Familie, die der dipterischen Sauroiden, hatte größere rhomboidale emaillirte Schuppen, doppelte Rücken- und Afterflossen und kleine kegelförmige Fangzähne.

Außer diesen kleineren Fischen lebten aber auch eine Menge größerer, ja §. 336.
sogar riesenhafter Fische aus der Familie der Coelakanthen, die mit harten, emaillirten Knochenschuppen bedeckt waren, welche dachziegelförmig über einander lagen, und deren Rachen mit großen, kegelförmigen Zähnen besetzt war, die zum Theil eine höchst eigenthümliche Structur besaßen.

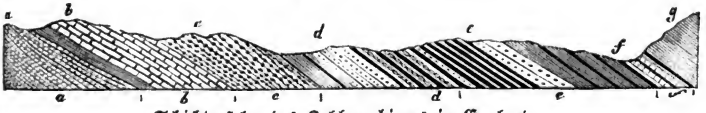
Um einen Begriff von der Größe dieser Seeungeheuer zu geben, genügt es zu bemerken, daß einige derselben, die Asterolepen und Bothriolepen, nach den in Rußland gefundenen Knochen zum Theil vielleicht 20 bis 30 Fuß Länge besaßen.

Alle in den älteren Schichten aufgefundenen Fische gehören nur zwei §. 337.
großen Gruppen, den Knorpelfischen oder den Schmelzschuppern, Ganoiden, an, und die letzteren haben sämmtlich eine heterocerke Schwanzflosse, d. h. die Wirbelsäule oder der sie ersetzende Gallertstrang setzt sich bis an das obere Ende der Schwanzflosse fort, indem er sich in die Höhe krümmt, und die Schwanzflossenstrahlen sind nur an der unteren Fläche dieser Fortsetzung der Wirbelsäule aufgesetzt, während bei den homocerken Fischen die Wirbelsäule in der Mitte der Schwanzflosse endigt, und die Flossenstrahlen oben und unten aufsitzen.

4. Das Steinkohlensystem.

(Terrain houiller; Carboniferous system.)

Fig. 124.



Schichtenfolge des Kohlengebirges in England.

a. Devonische Sandsteine (Oldred sandstone). *b.* Kohlenkalk (Mountain limestone). *c.* Flötzleerer Sandstein (Millstone grit). *d.* Untere Kohle mit Eisennieren (Lower coal and ironstone). *e.* Mittlere Kohle (Main coal). *f.* Obere Kohle mit Süßwasserkalk (Upper coal and freshwater limestone). *g* Rothes Todtliegendes (New red Sandstone).

Die Schichten dieser Gruppe gehören zu den wichtigsten für den prak- §. 338.
tischen Geologen, da sie allein die ächte Steinkohle enthalten, auf deren

Digitized by Google

Daſein heutzutage großen Theils die Induſtrie und der Reichthum eines Landes beruhen. Man unterſcheidet in dieſem Syſteme zwei ſehr weſentlich von einander getrennte Gruppen, den Kohlenkalk (Calcaire carbonifère; Mountain limestone, Bergkalk) und den Kohlenſandſtein (Grès houiller; Carboniferous grit), welcher die Steinkohlenlager enthält. Erſterer iſt offenbar eine Meeresbildung; man findet in ihm Verſteinerungen von Seethieren in großer Menge, aber keine Kohle; letzterer hat ſich theilweiſe in ſumpfigen Moräſten und ſeichten Becken gebildet und ſchließt keine Seethiere, dagegen Pflanzenabdrücke in großer Menge und eigentliche Steinkohle ein, welche in beſtimmten, abgeſonderten, für ſich beſtehenden Schichten abgelagert iſt und offenbar ihre Entſtehung einer beſonderen Umwandlung vegetabiliſcher Körper verdankt. Da überall, in allen Formationen, ſowohl Meeresbildungen als Süßwaſſerbildungen vorkommen, erſtere aber ſtets die Ueberhand behalten, und die Süßwaſſerbildungen nur als locale Ausnahmen gelten können, ſo werden wir die Lagerung der Schichten im Allgemeinen nach den Meeresformationen angeben und als Normaltypus die Schichtenfolge Englands annehmen, wo gerade die Meeresbildungen eine ausnehmende Entwickelung in dieſem Syſteme erlangt haben.

1. Die Kohlenformation in England.

§. 339. Eines der bedeutendſten Kohlenbecken befindet ſich im Süden von Wales, in Caermarthenſhire. Es bildet eine längliche, von Oſt nach Weſt gerichtete Ellipſe, deſſen nördliche Grenze überall durch die tieferen Schichten des devoniſchen Syſtemes genau bezeichnet iſt, während die ſüdliche Grenze durch den Briſtolkanal unterbrochen und vielfach zerſtört iſt. Es iſt am breiteſten in ſeinem öſtlichen Ende, wo es zweiundzwanzig engliſche Meilen Durchmeſſer hat. Im ganzen Umkreiſe des Beckens ſieht man den Kohlenkalk, der in unmittelbarer Nähe des alten rothen Sandſteines eine ſchalenförmige Schieferſtructur zeigt, dann compact wird und nach oben durch allmähliche Uebergänge in den flötzleeren Sandſtein oder Millstone grit übergeht, der jedoch nicht ſehr mächtig iſt und bald in abwechſelnde Lager von Thonſchiefer und feinkörnigem Sandſtein mit untermengten Kohlenlagern ſich umwandelt. Die Kohlenflötze ſelbſt ſind höchſtens 9 Fuß dick; die Kohlen meiſt von ausgezeichneter Güte, und man hat im Ganzen genommen 95 Fuß bauwürdige Kohlen. Ueber den Kohlenſchichten kommen meiſt noch einige Lager feinkörniger Sandſteine vor, zwiſchen welchen zuweilen einzelne Bänke eines rauhen poröſen Kalkſteines eingeſchoben ſind, der alle Charaktere eines ächten Süßwaſſerkalkes an ſich trägt und in welchem auch wirklich kleine Krebſe und Süßwaſſermuſcheln gefunden werden.

Digitized by Google

Das Kohlenbecken von Wales, als deſſen äußerſte, durch den devoniſchen Sandſtein abgetrennte Theile die kleineren Becken von Briſtol ꝛc. betrachtet werden müſſen, iſt durch eine weite Ausdehnung von devoniſchen Gebilden, ſowie durch bunten Sandſtein von einem weiten Striche der Kohlenformation getrennt, welcher etwa von Süd nach Nord orientirt, von Nottingham bis gen Derby ſich hinzieht. Die Schichten dieſer größten bekannten Kohlenformation fallen im Allgemeinen nach Oſten ein, ſo daß man auf einem Querdurchſchnitte von Weſt nach Oſt ſucceſſiv die ganzen Syſteme von dem Kohlenkalke bis zu dem Jura durchſchreitet. §. 340.

In Derbyſhire und Yorkſhire, dem ſüdlichſten Theile dieſer Kohlenformation, bei Sheffield, Nottingham und Mancheſter findet ſich in der Mitte der Kohlenkalk mächtig in domartig gewölbten Schichten entwickelt, auf welchem ringsum der flötzleere Sandſtein aufliegt. Meiſt iſt dieſer in ſeinen unteren Lagen mit Bänken von Thoneiſenſtein und ſchwarzen Thonſchiefern untermiſcht, während er oben einen rauhen Sandſtein darſtellt. Je weiter nach Norden man dieſe beiden Abtheilungen verfolgt, deſto mächtiger wird der Kalkſtein, der zuweilen bedeutende Höhlen enthält, und während zugleich der Millstone grit ſich in ſeiner urſprünglichen Dicke erhält, werden die eigentlichen Kohlenſchichten ganz von der Oberfläche verdrängt und das Becken im Norden von Leeds gänzlich von ſeiner Fortſetzung in der Nähe von Newcaſtle abgeſchnitten. In dem ganzen Zwiſchenraume zwiſchen Leeds und dem Becken von Newcaſtle ruht der Zechſtein des permiſchen Syſtemes unmittelbar auf dem flötzleeren Sandſteine.

In dem ganzen ſüdlichen Theile, ſowie in dem Becken von Wales, finden ſich ſehr viele mächtige Eiſennierenlager zwiſchen den Kohlenſchichten eingeſtreut, während im nördlichen Theile, bei Newcaſtle, die Eiſennieren von keiner Bedeutung ſind. Das ganze Becken iſt von vielfachen Verwerfungen durchzogen, die aber meiſt in zwei großen Richtungen ſtreichen, von Oſt nach Weſt und von Süd nach Nord, ſo daß gleichſam mehr oder minder quadratiſche Felder dadurch gebildet werden. Man hat in Folge dieſer Verwerfungen dieſes Becken oft nicht mit Unrecht einer Maſſe von Eis verglichen, das durch einen Eisgang gebrochen und verſchoben und dann wieder durch neuen Froſt vereinigt iſt.

Die große Kohlenformation zwiſchen dem Briſtolkanal einerſeits und der Tweed andererſeits, deren conſtituirende Glieder wir ſo eben beſchrieben haben, zeigen eine merkwürdige ſucceſſive Veränderung in ihrem Verhalten. Der Thonſchiefer wird allmählich kalkhaltig und wandelt ſich nach und nach in eine mächtige Maſſe eines eigenthümlichen plattenförmigen Kalkſteines um. Der flötzleere Sandſtein ebenfalls wird, je mehr er an Mächtigkeit zunimmt, um ſo zuſammengeſetzter; er enthält Kohlenflötze und bald ſchieben ſich in ſeine untere Parthie ſolche Kohlenflötze mit Schiefern und Kalkſteinen ein, §. 341.

Digitized by Google

so daß es faſt ſcheint, als läge das Flötz von Newcaſtle in weit tieferen Schichten, in den Tiefen des Millstone grit, während die ſüdlicheren Kohlen über demſelben ſich finden.

2. Marine Steinkohlenbecken auf dem Continente.

(Siehe Fig. 35. Karte des Pariſer Tertiärbeckens.)

§. 342. Diejenigen Steinkohlenablagerungen des Continentes, welche offenbar längs den ſeichten Ufern der alten Meere ſich bildeten, zeichnen ſich, wie die engliſchen, allgemein durch Entwickelung des Kohlenkalkes mit ſeinen vielen Reſten von Seethieren aus, während in den Binnenmulden dieſes Terrain des Kalkes durchaus fehlt. Es iſt natürlich, daß dieſe Becken weit bedeutendere Ausdehnung beſitzen, als die Binnenmulden, deren Grenzen weit beſchränkter ſind, und man kann daher mit weit mehr Hoffnung die Nachſuchung auf Steinkohlen in der Fortſetzung der Streichungslinien dieſer marinen Ablagerungen beginnen, als in derjenigen der Binnenmulden.

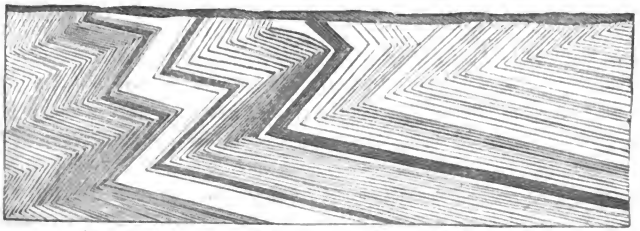
§. 343. Die bedeutendſte Ablagerung dieſer Art auf dem Continente iſt das belgiſche Becken, welches auf dem Nordrande der Ardennen auf einer etwas gekrümmten Linie zu Tage geht, die ſich von Aachen aus über Lüttich, Namur, Charleroi und Valenciennes hinzieht. Die Ablagerung lehnt ſich im Süden auf die älteren Geſteine der Ardennen und des rheiniſchen Schiefergebirges; ſie wird im Norden von der belgiſchen Kreide und den Tertiärablagerungen deſſelben Landes, im Weſten von den tertiären Schichten des Pariſer Beckens, der Kreide, und weiterhin von den juraſſiſchen Schichten überdeckt und auf dem ganzen Gebiete ſo von dieſen neueren Gebilden verhüllt, daß mehr oder minder tiefe Schachte durch die Kreide gegraben werden müſſen, um zu den eigentlichen Kohlenlagern zu gelangen. Dieſe mögen vielleicht, nächſt denjenigen von Wales, die reichſten Schichten der Welt ſein, und von ihnen allein hängt die ſo reichblühende Induſtrie Belgiens ab. Die Schichten des eigentlichen Kohlenſyſtemes gehen hauptſächlich längs des Laufes der Maas und der Sambre zu Tage.

Der Kohlenkalk dieſes Beckens iſt meiſt blau oder ſchwärzlich, bietet zuweilen beim Bruche einen ſtinkenden Geruch und zeigt häufig Adern von weißem Kalkſpath. Er iſt meiſtens compact, körnig und wird oft als Marmor ausgebeutet, der ſchwarz mit weißen Flecken iſt, welche Flecken Durchſchnitte von Foſſilien, namentlich von Enkrinitenſtielen darſtellen. Zuweilen enthält der Marmor Dolomite.

Digitized by Google

Die kohlenführenden Schichten, welche auf diesem Marmor liegen und §. 344.
oft die seltsamsten Biegungen zeigen (Fig. 125), bestehen hauptsächlich aus

Fig. 125.



Zickzackbiegungen der Schichten im Kohlenbecken von Mons.

schieferigem Thon, aus festeren Thonschiefern, aus Sandsteinen. Der Schieferthon ist feinkörnig, weich, von erdigem, mattem Bruche, grauer oder schwarzer Farbe, und im Innern der Gruben oft von großer Festigkeit. Sehr oft finden sich Glimmerblättchen in seiner Masse. Diese Thonschiefer gehen hie und da in den Sandstein über, der meist aus feinen Quarzkörnern besteht, die durch wenig Mörtel zusammengehalten sind, und meist eine dunkelgraue Farbe hat. Conglomerate oder grobkörnige Sandsteine sind selten. Lager von Eisennieren finden sich häufig zwischen den Thonschiefern; noch öfter aber Eisen- und Schwefelkiese. Trotz der großen Menge von Verwerfungen und Einknickungen, die im Allgemeinen die Steinkohlenflötze betroffen haben, ist doch die Schichtung eine ungemein regelmäßige, namentlich wenn man sie derjenigen der Binnenmulden gegenüber hält. Die Schichten und Lager von Kohle, Schiefer und Sandsteinen behalten ihre Dicke auf weite Strecken bei, die einzelnen mineralogischen Modificationen bilden sehr weit verfolgbare Zonen, und die abwechselnden Aufblähungen oder Compressionen der Kohlenschichten, welche den Abbau der Binnenmulden meist so unregelmäßig machen, sind hier nur selten zu sehen. Die Kohlenschichten sind sehr zahlreich, aber von geringer Mächtigkeit. Das große Lager von Anzin hat nur einen Meter Dicke. Die Steinkohlen sind um so fetter, je näher der Oberfläche sie sich finden, sie werden magerer und schließen sich hinsichtlich ihrer Natur mehr dem Anthracit an, je tiefer in der Reihe sie liegen.

In der Nähe von Aachen, an dem nördlichen Ausgangspunkte dieses §. 345.
großen Kohlenstreifens, liegen zwei Gruppen von Kohlenschichten, die bei Eschweiler und Rolduc ausgebeutet werden; ersteres kleine Becken gehört noch ganz zu Deutschland, das letztere nur theilweise. Die Ausbeute ist sehr bedeutend; die Steinkohle, wenn auch nicht sehr fett, doch von trefflicher Qualität und leicht verführbar. Belgien besitzt die Hauptausdehnung des

Digitized by Google

Beckens; namentlich in der Umgegend von Lüttich wird die Kohle so fett, daß man sie zu gewöhnlichem Gebrauche mit Lehm mischen und kneten muß; man zählt dort etwa sechszig Schichten, von denen mehr als die Hälfte bauwürdig ist, während bei Eschweiler von sechsundvierzig Kohlenflötzen nur etwa funfzehn ausgebeutet werden. Nicht minder reich sind die Gruben von Charleroi bei Namur und von Mons; letztere senken sich allmählich unter die jüngeren Schichten des nördlichen Frankreichs, die allmählich an Dicke zunehmen, während zugleich das Niveau des Kohlensystemes sich immer mehr senkt, so daß es bei Anzin 80, bei Aniche 120 Meter unter der Bodenfläche sich findet.

§. 346. Eine Fortsetzung der bedeutenden Kohlenformation von Belgien wird offenbar von denjenigen Lagerstätten gebildet, welche längs des Ufers der Ruhr zwischen Westphalen und dem Rothhaargebirge sich hinzieht. (Siehe Fig. 62. Karte des rheinischen Uebergangsgebirges.) Die Kohlenformation ist hier aus drei verschiedenen Gliedern zusammengesetzt, dem Kohlenkalkstein, dem flötzleeren Sandstein (Millstone grit) und den Steinkohlengebilden selbst.

Der Kohlenkalk bildet eine schmale lange Bande, die, der Ruhr etwa parallel laufend, von der Nähe von Düsseldorf an bis gen Stadtberg an der Diemel sich erstreckt und namentlich in der Nähe von Arensberg bedeutender entwickelt ist. Der Kohlenkalk liegt unmittelbar auf den Schichten der devonischen Kalke auf, welche den Nordrand der Grauwackengebilde einnehmen. Er enthält hie und da Nieren von Thoneisenstein, ist meist schieferig, plattenförmig und wechselt zuweilen mit Schichten von Thonschiefer, Alaunschiefer und Kieselschiefer ab. Auf diesen Kalken liegen mächtige Lager von graulichen Sandsteinen, die sehr feinkörnig erscheinen, meist zu Bausteinen benutzt werden können, zuweilen aber sehr weich und thonig werden, und die offenbar dem Millstone grit der Engländer entsprechen. Der Name »flötzleerer Sandstein« für diese Gebilde der Steinkohlenformation ist durchaus bezeichnend gewählt. Namentlich im Osten gewinnen diese Sandsteine eine bedeutende Mächtigkeit, sie verdrängen allmählich die kohlenführenden Gesteine durchaus, so daß an dem ganzen Südrande der westphälischen Kreide von Frömern aus östlich die Steinkohlengebilde nicht mehr vorkommen und der flötzleere Sandstein unmittelbar von den Kreidemergeln überdeckt wird.

§. 347. Die Steinkohlengebilde entwickeln sich auf beiden Seiten der Ruhr von Herdicke an und scheinen durch mehre von Südwest nach Nordost streichende Ausläufer des flötzleeren Sandsteines in einzelne Becken zerfällt zu sein, welche durch die Ruhr durchschnitten werden und in welchen auch die Schichten muldenförmig abgelagert sind. Die Steinkohlenflötze, welche an den Ufern der Ruhr ausgebeutet werden, finden sich hauptsächlich zwischen Thonschiefern abgelagert, die schwärzlichgraue bis pechschwarze Farbe haben, meist

Digitized by Google

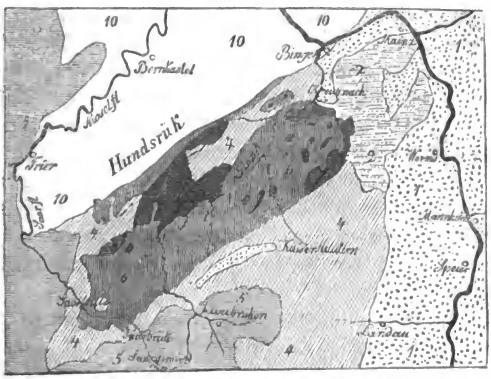
sehr fein spalten und eine bedeutende Menge von Pflanzenabdrücken enthalten, dazwischen kommen mehr oder minder mächtige Schichten feinkörniger, meist blaugrauer Sandsteine vor, die zuweilen in sehr grobe Conglomerate übergehen. Man baut meistens nur Kohlenschichten, deren Mächtigkeit 20 Zoll übersteigt, und hat in manchen Schachten mehr als sechszig Lager gefunden, von denen aber nur wenige bauwürdig erschienen. Verwerfungen sind nicht sehr häufig, nur in der Gegend von Werden, wo sich besondere Mulden bilden, findet man sie öfter. Die Ruhrkohlen sind einer der mächtigsten Hebel der Industrie in den preußischen Rheinlanden; sie sind von vortrefflicher Qualität, und die Fabriken von Düsseldorf und Elberfeld verdanken der Nähe und leichten Herbeischaffung dieses Brennstoffes hauptsächlich ihren bedeutenden Aufschwung.

3. Binnenmulden.

Alle Kohlenbecken im Innern des europäischen Continentes scheinen §. 348. mehr oder weniger dieser Form anzugehören, und zeichnen sich diese Ablagerungen namentlich dadurch von den anderen Kohlenbecken aus, daß der Kohlenkalk mit seinen zahlreichen Fossilien, die offenbar der See angehörten, gänzlich fehlt und nur Sandsteine, Thonschiefer und Conglomerate in diesen Mulden als Begleiter der Steinkohlenflötze vorkommen.

Das bedeutendste dieser Becken in Deutschland ist das **pfälzische** §. 349
Kohlenbecken (Fig. 126), das sich zwischen Saarbrück und Kreuznach

Fig. 126.



Karte des pfälzischen Kohlenbeckens.

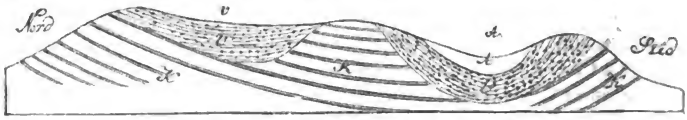
Die angewandten Bezeichnungen sind die nämlichen, wie in der Karte des rheinischen Uebergangsgebirges.

1. Aufgeschwemmtes Land. 2. Tertiärbecken von Mainz. 4. Vogesensandstein. 5. Trias. 6. Steinkohlengebirge. 10. Silurisches System. 11. Vulcanische Gebilde.

Digitized by Google

in einer Länge von etwa fünfundzwanzig Stunden auf vier bis sieben Stunden Breite am südlichen Fuße des Hundsrück hinzieht. Die Hauptrichtung des länglichen Beckens geht von Südwest nach Nordost. Die Schichten, welche die ganze Mulde zusammensetzen und einerseits auf den Uebergangsschichten des Hundsrück in abweichender Schichtung ruhen, andererseits von dem Vogesensandstein überdeckt werden, scheinen eine bedeutende Mächtigkeit zu erlangen (Fig. 127), die untersten scheinen sogar noch nicht bekannt zu

Fig. 127.



Idealer Durchschnitt des pfälzischen Kohlenbeckens.
K. Kohlengebirge. *V.* Vogesensandstein. *A.* Alluvionen.

sein. Man findet häufige Abwechselungen von meist schieferigem Kohlensandstein, Puddingen, Conglomeraten und Schieferthonen, zwischen welchen nur hie und da Steinkohle eingestreut ist. Zahlreiche Durchbrüche vulcanischer Gesteine, namentlich von Porphyren und Melaphyren, haben die Schichten in einigen Gegenden sehr verworfen. Im Allgemeinen ist das Becken arm an Steinkohlen, und trotz seiner großen Ausdehnung finden sich nur zwei beschränktere Gegenden, wo die Kohle ausgebeutet werden kann; im Norden an den Ufern des kleinen Flüßchens Glan, das sich in die Nahe ergießt, und im Süden bei Saarbrück. Am Ufer der Glan finden sich nur wenige dünne Schichten trockener, schlechter Steinkohle, die in schmutzig gelbem oder schwärzlichem Kalkstein eingeschlossen sind und meist nur zum Brennen dieses Kalksteines ausgebeutet werden. Außer diesem Kalksteine besteht dies Gebirge hauptsächlich aus schieferigen Thonen und bituminösen Mergelschiefern, die zuweilen Zinnober und Quecksilber enthalten, und in welchen man viele Fischabdrücke (bei Münster-Appel) entdeckt hat. Das Bebauen der Kohlen am Ufer der Glan ist äußerst mühsam; es geschieht durch kleine Stollen und Kammern, die so niedrig sind, daß die Bergleute beständig auf dem Rücken oder der Seite liegen müssen; — es heißt die Krummhalsarbeit.

§. 350. Die Ufer der Saar sind weit besser bedacht und zeigen einen außerordentlichen Reichthum von Steinkohlen vortrefflicher Qualität, für deren bequeme und wohlfeile Ausfuhr nur leider noch nicht so gesorgt ist, als es wünschbar wäre. Man kennt nicht weniger als 103 bauwürdige Flötze, von einem bis zehn Fuß Durchmesser, von denen jedoch nur 30 ausgebeutet werden. Die Hauptschichte, Blücher genannt, hat 13 Fuß Mächtigkeit, und kann von Saarbrück bis Neunkirchen fast ununterbrochen verfolgt

Digitized by Google

werden. Die Hauptmasse des Kohlengebirges wird von einem rothen Sandsteine gebildet, der mit Schieferthonen und Bitterkalken wechselt, viele Pflanzen- und Fischabdrücke enthält und auch zuweilen Lager von Thoneisenstein in Nieren einschließt. Letzterer ist indeß noch weit häufiger in den unteren Schichten des Beckens, wo besonders Schieferthone vorkommen, und bei Lebach namentlich speisen diese Lager von Eisennieren einige Hochöfen und bilden zuweilen selbst förmliche continuirliche Schichten. Auch Alaunschiefer werden an einigen Gegenden, bei Sultbach und Duttweiler, zwischen diesen Schieferthonen ausgebeutet. Die in diesen schieferigen Gesteinen oft in großer Menge entwickelten Eisen- und Schwefelkiese geben zuweilen Gelegenheit zu Zersetzungen, welche Brände herbeiführen, wovon sich bei Duttweiler ein Beispiel findet.

Ein ziemlich bedeutendes Becken ist das niederschlesische, dessen reichste §. 351.
Schichten besonders in der Umgegend von Waldenburg entwickelt sind, und an dessen Ausbreitungen Schlesien, die Grafschaft Glatz und Böhmen Antheil nehmen. Die Kohlenschichten kommen überall auf dem Umkreise des Beckens zu Tage, wo sie auf den Gneißen, Glimmerschiefern und Uebergangsgebilden des Riesengebirges und Eulengebirges aufruhen, während im Innern sie durch rothen Sandstein und tertiäre Gebilde überdeckt sind. Mannichfaltige Durchbrüche von Porphyren, Basalten und anderen vulcanischen Gesteinen haben die Lagerung gebrochen und gestört. Vorherrschend sind im Steinkohlengebilde selbst Sandsteine und Conglomerate von Kieselmassen, deren Bindemittel ein Eisenthon ist. Der feinkörnige Sandstein ist meist hellgelb, zuweilen selbst weiß, öfter gefleckt oder gestreift. Außerdem findet sich viel Schieferthon, bläulich oder aschgrau mit glänzenden Glimmerblättchen. Im Allgemeinen sind im waldenburgischen Kohlengebirge Eisentheile selten, und es ist im ganzen Reviere kein einziges bauwürdiges Flötz von Eisennieren bekannt.

Die Kohle ist meist vortrefflich, aber nur in dünnen Schichten abgelagert, von einigen Zollen bis höchstens zu drei Lachtern; im letzteren Falle aber zeigen stets thonige Zwischenlager eine Zusammensetzung aus mehren Schichten an, so daß im Allgemeinen kein reines Kohlenflötz von mehr als 1½ Lachter Dicke bekannt ist. Die Schichten sind meist unter 18 bis 25 Grad geneigt; Verwerfungen rein locale Erscheinungen.

Schwefelkies ist eine häufige Erscheinung in den Steinkohlen des waldenburger Revieres, und dadurch bedingte Selbstentzündungen und Grubenbrände durchaus gewöhnlich. Bekannt ist der Brand der sogenannten Fuchsgrube bei Waldenburg, der schon seit 1798 dauert. Diese herrliche Grube hat 19 Flötze, wovon 14 bauwürdig sind und worunter sich mehre von mehr als einem Lachter Mächtigkeit befinden.

In der Nähe der Brände sind die Steinkohlen in Coaks verwandelt,

Digitized by Google

und merkwürdiger Weise findet man dieselbe Erscheinung in der Umgegend der Porphyre, welche die Steinkohlen durchbrochen haben, ein Beweis, daß die Porphyre sich auf einem bedeutenden Hitzegrad befunden haben mußten.

§. 352. Die Steinkohlengebirge bei Zwickau in Sachsen liegen unmittelbar auf den primitiven und metamorphischen Gesteinen des Erzgebirges auf. Es ist ein kleines, länglich rundes, an den Enden zusammengedrücktes Becken, dessen Schichten nach Norden fallen, wo sie von rothem Sandsteine und Mandelsteinen überdeckt werden und dessen größte Länge $^3/_4$ Stunden, die größte Breite $^1/_4$ Stunde beträgt.

Der Schieferthon ist das vorherrschende Gestein und tritt in bedeutenden Massen zwischen den Kohlenflötzen auf; der Kohlensandstein findet sich hauptsächlich nur in den unteren Lagern in einiger Mächtigkeit. Eisennieren sind ziemlich häufig. Der Kohlensandstein ist grau, gelblich oder fleischroth; der Schieferthon von dunkler, grauer Farbe und eine bedeutende Menge von Versteinerungen ist namentlich in seinen Blättern gefunden worden. Erdbrände sind nicht selten.

§. 353. Bei Oberhohndorf in der Nähe von Zwickau findet sich folgende Schichtenordnung:

Schieferthon	$^1/_2$	Fuß.
Pechkohle	7	»
Schieferthon	24	»
Pechkohle	7	»
Schieferthon mit dünnen Kohlenblättchen u. Eisennieren	12	»
Pechkohle	3—5	»
Schieferthon	50	»
Dünne, plattige, klingende Kohle, Scherbenkohle	3	»
Schieferthon, der nach unten in Schieferplatten übergeht	68	»
Sandstein	16	»
Pechkohle, rechtwinkelig zerklüftet, mit Eisennieren, sogenannte Lechkohle	6	»
Schieferthon	24	»
Blätterkohle, mit Schieferthon und Eisennieren, sogenannte zache Kohle	3	»
Schieferthon, unten in Sandstein und Conglomerat übergehend	40	»
Pechkohle mit Schieferthon und Eisennieren, sogenannte Schichtenkohle	7—9	»
Schieferthon	30	»
Schieferthon mit Kohlenblättern, sogenannte neue Kohle	5—6	»
Sandiger Schieferthon	3	»
Schieferthon	7	»

Digitized by Google

Sandſtein	40	Fuß.
Rußkohle	26—30	»

§. 354. Die bedeutendſte Binnenmulde Frankreichs, welche für ſich allein mehr als ein Drittel des geſammten Steinkohlenbedarfs in dieſem Lande liefert, iſt die von St. Etienne und Rive de Gier, ſüdlich von Lyon auf dem rechten Ufer der Rhone, zwiſchen dieſer und der Loire gelegen. Die horizontale Ausdehnung dieſes Beckens iſt nur gering, da es nicht mehr als 46,000 Meter Länge und an ſeinem breiteſten Punkte 13,000 Meter Breite hat; — allein der Reichthum an vortrefflichen Steinkohlen, ſowie die Verbindung des Beckens mittelſt zweier Eiſenbahnen mit der Loire und mit dem Rhein-Rhonekanal und die dadurch bedingte wohlfeile Ausfuhr nach den größten Städten des Reiches laſſen dies Becken als einen der weſentlichſten Hebel der franzöſiſchen Induſtrie betrachten.

Das ganze Becken bildet ein ſchmales, längliches Dreieck, deſſen Baſis der Loire, die Spitze der Rhone zugekehrt iſt, und deſſen Wände durchaus von Gneiß gebildet ſind. Das Steinkohlenterrain ruht demnach hier, wie in den meiſten Becken des Inneren Frankreichs, unmittelbar auf den primitiven und metamorphiſchen Geſteinen auf, und die ganze Reihe der unterliegenden Syſteme, cambriſches, ſiluriſches und devoniſches Syſtem, fehlen hier durchaus. Das Becken iſt in der Mitte durch ein Hügelſyſtem von ſterilen, faſt kohlenloſen Sandſteinſchichten in zwei Mulden getheilt, deren größte in der Umgebung von St. Etienne, die kleinſte in der Nähe von Rive de Gier ſich findet. Es ſcheint dieſe Sterilität der mittleren Parthie zum Theil mit einer Hebung der vertical darunter befindlichen Gneißſchichten zuſammenzuhängen, und es iſt wahrſcheinlich, daß die beiden Becken, welche dadurch von einander getrennt ſind, in der That nur einer und derſelben Mulde angehören.

§. 355. Die Hauptmaſſe des Geſteines wird von Sandſteinen gebildet, deren Kern im Allgemeinen um ſo feiner iſt, je näher dem Gneiße er ſich findet. Die unterſte Schicht, die unmittelbar auf dem Gneiße ruht, wird von groben Puddingen gebildet, die aus Fragmenten des Gneißes und der primitiven Geſteine zuſammengeſetzt und kaum durch eine Bindemaſſe mit einander verbunden ſind. Weiter aber geht der Pudding in gleichförmigen, etwas grobkörnigen Sandſtein über, der ſehr feſt iſt, mächtige Schichten bildet und allgemein als Bauſtein benutzt wird. Die Kohlenſchichten wechſeln meiſt mit dieſen Sandſteinen ab; ſie ſind kaum durch dünne Lager von weichen Schiefern davon getrennt und im Allgemeinen ſind ſchieferige Geſteine in dem Becken ſehr ſelten, während an anderen Orten ſie zu den gewöhnlichen Erſcheinungen gehören und im Gegentheile den Sandſtein verdrängen.

Digitized by Google

Die Mächtigkeit der Mulde im Ganzen scheint etwa 750 Meter zu betragen. Die Zahl der Kohlenschichten, die im Ganzen darin sich finden, anzugeben, ist äußerst schwierig, da die mannichfachsten Spalten und Verwerfungen die ursprüngliche Richtung der Schichten nach allen Seiten hin gestört haben. Im Allgemeinen aber sind die Schichten muldenförmig gebogen und fallen von allen Seiten zuweilen unter sehr beträchtlichen Winkeln nach der Mitte der Mulde hin ein. Im Süden des Beckens erheben sich die Schichten weit steiler, als im Norden. Die mächtigste Kohlenschicht, welche sich in dem Becken findet, hat $3\frac{1}{2}$ Meter Dicke. Im Allgemeinen hält es schwer, die Dicke der einzelnen Schichten zu bestimmen, da die mannichfaltigsten Wechsel in dieser Beziehung vorkommen. Man findet oft, daß die Schicht plötzlich an einer Stelle anschwillt, an anderen wieder durch Zusammendrückung abnimmt oder auch gänzlich aufhört und einer Fortsetzung von Schieferthon Platz macht. An einigen Stellen des Beckens, wie in der Grube von Treuil und von Cros, finden sich Schichten und Lager von nierenförmigen Eisenerzen, die zwischen der Steinkohle und den Sandsteinen eingelagert sind.

§. 356. Die übrigen Binnenmulden Frankreichs sind weniger bedeutend; sie finden sich meist in der Umgebung des granitischen Centralplateaus oder aber im Innern desselben auf einer Linie, welche, beinahe von Nord nach Süd gehend, das Centralplateau mitten durchschneidet. Alle die Binnenmulden theilen die Charaktere des hier beschriebenen insofern, als sie beschränkte, seitlich zusammengedrückte Becken darstellen, deren untere Schichten von Conglomeraten gebildet sind, in deren Zusammensetzung Fragmente der unterliegenden primitiven Gesteine eingehen. Ueberall fehlt die Entwickelung der dem Kohlensysteme untergeordneten Systeme. Die Einreihung dieser kleinen Becken in einer fast geraden Linie scheint darauf hinzudeuten, daß hier vielleicht ein bedeutendes, längliches Becken bestand, von dem nur diejenigen Stücke zurückblieben, welche bei der Hebung des Centralkernes von Frankreich gleichsam in den Falten, welche die Hebung bedingte, eingeklemmt wurden.

§. 357. Böhmen ist, nächst Belgien, das an Kohlenniederlagen reichste Land des Continentes, und es ist nur zu bedauern, daß die noch mangelhaften Communicationen eine so bedeutende Ausbeutung, als der Reichthum der Kohlenbergwerke verdiente, darniederhalten. Die böhmischen Kohlen gehören theils dem niederschlesischen Gebirge, theils einem eigenen mehr im Centrum des Landes gelegenen Becken an. Ihre Zusammensetzung weicht nicht von der beschriebenen ab.

Digitized by Google

Zu den besonders auszuzeichnenden Fossilien der Kohlenzeit gehören: §. 357.

Pflanzen.

Calamites Suckowii, cannaeformis, approximatus. Fig. 128.
Sphenopteris furcata, trifoliata, Schlotheimii, Fig. 129., tenuifolia, heterophylla.
Pecopteris arborescens, polymorpha, lonchitica, Serlii, gigantea.
Odontopteris minor, Fig. 130., Brardii.
Sigillaria elegans, Fig. 132 u. 133., tessellata, Dournaisii, hexagona.
Sphenophyllum Schlotheimii, dentatum.
Lepidodendron elegans, Fig. 135 u. 136., ornatissimum, crenatum, aculeatum.
Stigmaria ficoides. Fig. 137.
Annularia fertilis. Fig. 139.
Asterophyllum emarginatum.

Thiere.

Millepora madreporiformis.
Caryophyllia stellaris, duplicata.
Cyathophyllum excentricum.
Amplexus coralloides.
Platycrinus laevis.
Actinocrinus triacontadactylus.
Melocrinus hieroglyphicus.
Rhodocrinus verus. Fig. 140.
Cyathocrinus planus.
Spirifer glaber, trigonalis, striatus.
Terebratula acuminata, hastata, resupinata, Wilsoni.
Productus antiquatus, concinnus, Martini.
Cardium elongatum, hibernicum.
Euomphalus catillus, pentangulatus.
Bellerophon hiulcus, tenuifascia.
Orthoceras annulatum, fusiforme, undulatum.
Nautilus globatus.
Calymene variolaris.
Oracanthus Milleri, minor.
Onchus hamatus.
Ctenacanthus tenuistriatus.
Gyracanthus formosus.
Tristychius arcuatus. Fig. 145.
Orodus cinctus. Fig. 142.
Chomatodus cinctus.
Psammodus rugosus.
Cochliodus contortus. Fig. 143.
Cladodus marginatus. Fig. 144.
Palaeoniscus Duvernoy, Fig. 147., Voltzii, ornatissimus.
Amblypterus macropterus, latus.
Pygopterus lucius.
Megalichthys Hibberti. Fig. 146.
Holoptychius Hibberti.

Unter den Petrefacten der Kohlenzeit ziehen namentlich die fossilen Pflan- §. 359.
zen durch ihre Menge und Mannichfaltigkeit die Aufmerksamkeit auf sich. Man findet die fossilen Pflanzen im Allgemeinen unter drei verschiedenen Gestalten in den Steinkohlenschichten, und zwar 1. als Abdrücke von Blättern, Aesten, Früchten und plattgedrückten Stämmen in den verschiedenen Thonschieferarten. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind diese Schieferthone in Form eines feinen Schlammes abgesetzt worden, welcher die Blätter und Zweige umhüllte, ihre Erhabenheiten und Vertiefungen abgoß und beim Erhärten behielt, so daß man an den meisten Exemplaren, besonders da, wo

Digitized by Google

der Schieferletten sehr feines Korn besitzt, die Nerven der Blätter, ihre Vertheilung und maschenförmige Endigung auf das Zierlichste erhalten sieht. An den Stämmen sind ebenso die Blatteindrücke vollkommen erhalten und die Rinde meist in ein dünnes Blättchen von Kohle verwandelt, welches leicht abfällt und dann die innere Fläche des Blattansatzes sehen läßt. Zur specifischen Bestimmung der Pflanzen sind die Thonabdrücke vor allen geeignet, da sie alle feinen Einzelheiten der Structur, wodurch sich die einzelnen Arten unterscheiden, deutlich sehen lassen.

§. 360. 2. In verkieseltem Zustande in den Sandsteinen. Meist ist dies der Fall mit den Stämmen, die in den Sandsteinschichten gefunden werden und deren fester peripherischer Theil in kieselige Masse umgewandelt ist, während das innere, fleischige Mark, welches die meisten dieser Stämme besaßen, durch Sandstein ersetzt und die Rinde in ein dünnes, leicht abfallendes Kohlenblättchen verwandelt ist. Blätterabdrücke finden sich nur selten wohlerhalten im Sandsteine, da die Körner desselben zur Aufnahme des feinen Reliefs nicht geeignet waren und auch, wie es scheint, die Zersetzung der vegetabilischen Substanz im Sandsteine leichter geschah, als in der Schieferthonmasse. Die aus den Kohlensandsteinen erhaltenen Exemplare fossiler Pflanzen sind daher weniger geeignet zur specifischen Bestimmung, bieten aber oft einen besseren Ueberblick der Organisation einer Pflanze im Großen, da die Stämme nur wenig zusammengedrückt und meist im aufrechten Zustande erhalten sind. Ebenso sind auch meist die Einzelheiten der mikroskopischen Structur in solchen verkieselten Stämmen auf das Schönste erhalten.

§. 361. 3. Als Kohle. Hier giebt meistens nur die Structur der Kohle, wie man sie unter dem Mikroskope beobachten kann, näheren Aufschluß, indem die eigenthümlichen Zellen des Pflanzengewebes oft noch sehr deutlich und wohlerhalten sind. An Erhaltung von äußeren Formen ist in der ächten Steinkohle nicht zu denken; nur in den Uebergangsformen von der Kohle zum Kohlenletten, in den sogenannten Brandschiefern, lassen sich noch Formen der Vegetabilien erkennen.

§. 362. Die Pflanzen des Uebergangsgebirges unterscheiden sich nur hie und da specifisch von denjenigen des Kohlengebirges, viele Arten sind beiden gemeinschaftlich, und andere Familien kommen in den älteren Schichten nicht vor, so daß wir beide Perioden zusammenfassen können.

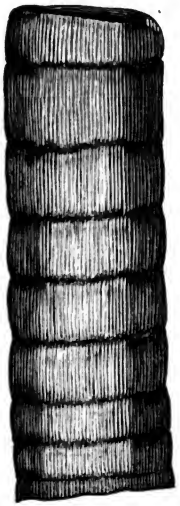
§. 363. Die große Mehrzahl der Pflanzen aus der Kohlenperiode gehören der Klasse der Gefäßcryptogamen an, und es sind namentlich die Equisetaceen

Digitized by Google

(Schachtelhalme), die Farrenkräuter und die Lycopodiaceen, welche ſich durch die gigantiſche Größe ihrer baumartigen Stämme vor allen anderen auszeichnen.

Die Schachtelhalme der Jetztwelt ſind bekanntlich kleine krautartige Gewächſe, die ſich beſonders auf feuchten Wieſen finden und gerade, einfache, gegliederte Stämme zeigen, die deutliche Längsſtreifen haben und aus horizontalen Wurzelſtöcken aufſchießen. Auf den Gliederknoten ſitzen cylindriſche gleichförmige Scheiden, die den Stamm umgeben und oben tief ausgezackt ſind; jeder Zahn entſpricht einem Längsſtreifen des Stammes. Die Stämme ſind inwendig hohl; eine große Mittelhöhle erſtreckt ſich von einem Gliede in's andere. An der Baſis der Scheide ſitzen oft Wirbel von geraden Zweigen, die, mit Ausnahme der inneren Höhle, ganz ſo gebaut ſind, wie die Stämme ſelbſt. Die Schachtelhalme der Jetztwelt werden höchſtens einen Fuß hoch und einen halben Zoll dick.

Fig. 128.



Calamites approximatus. Von Waldenburg.

Zu dieſer Familie der Equiſetaceen gehören die Calamiten, gerade, gegliederte, hohe cylindriſche Stämme ohne Aeſte oder höchſtens mit Andeutungen von Wirbeln an den Gliederknoten. Sie zeigen ſehr regelmäßige parallele Streifen, die in den Knoten in einander greifen und mit einander abwechſeln. Die meiſten Arten dieſes Geſchlechtes ſcheinen keine Scheide um den Stamm beſeſſen zu haben, bei anderen hat man Reſte davon gefunden. Man hat Calamiten von mehr als einem Fuße Durchmeſſer gefunden.

§. 364. Eine ungemeine Menge von Farrenkräutern findet ſich in den Schichten des Kohlengebirges, und man kennt ſowohl Stämme als Blätter und ganze Blattwirbel von den baumartigen Farren, welche, wie es ſcheint, die Hauptmaſſe der Kohlenwälder bildeten. Die Farren unterſcheiden ſich bekanntlich von allen anderen Gewächſen durch cylindriſche Stämme, welche, einmal aufgeſchoſſen, nicht mehr in die Dicke wachſen und rundum mit Blättern beſetzt ſind, die beim Abfallen meiſt linſenförmige Narben zurücklaſſen. Dieſe Blattſtielnarben ſind bei den Farren faſt ſtets höher als breit, aber auch ſelbſt in dem Falle, wo ſie breiter werden, umfaſſen ſie nie den Stamm, wie dies bei den Monocotyledonen der Fall iſt. Die Gefäße, welche aus dem Stamme in den Blattſtiel treten, zeigen oft die ſonderbarſten Figuren, da ſie in eine beſtimmte Anzahl von Bündeln vereinigt

Digitized by Google

ſind. Die Reihen dieſer Blattanſätze ſind ſtets parallel, gerade von oben nach unten. Oben auf dem Stamme ſitzt eine Krone einfacher Blätter, die mehr oder minder eingeſchnitten ſind, ſo daß ſie gefiedert oder doppelt gefiedert erſcheinen. Die Eintheilung der foſſilen Farrenkräuter mußte bei dem Mangel an allen ſonſtigen Hülfsmitteln hauptſächlich von den Nerven der Blätter abgeleitet werden, und in der That bildet die Dispoſition dieſer Nerven ſehr vielfache Anhaltspunkte einer guten Claſſification.

In dem ſehr zahlreichen Geſchlechte der Sphenopteris zeigen ſich doppelt oder dreifach gefiederte Blätter; die Federblättchen ſind an der Baſis zuſammengeſchnürt und in Lappen getheilt, die zuweilen faſt handförmig ausgeſchnitten ſind. Die Nerven ſcheinen von der Baſis des Blattes auszuſtrahlen.

Fig. 129.

Sphenopteris Schlotheimii. Von Saarbrück.

Die Odontopteris haben zweifiederige Wedel mit ſehr dünnen Fiederchen, die mit ihrer ganzen Baſis dem Blattſtiele angewachſen ſind; kaum vorhandene Mittelnerven und parallele ſehr feine kleine Nerven in den Fiederchen.

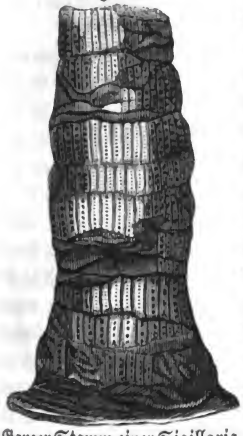
Digitized by Google

Fig. 130.

Odontopteris minor. Von Saarbrück.

In den Kohlenſchichten befinden ſich außer anderen wohlbeſtimmten Farrenkräutern eine große Menge gigantiſcher Stämme von der Form eines Hohlcylinders, oft von 40 und mehr Fuß Länge und von mehr als einem Fuße Durchmeſſer, die unter dem Namen der Sigillarien bekannt ſind. Sie haben, wie die übrigen baumartigen Farren, Blattſtielnarben, die in Längsreihen geſtellt ſind, und meiſt zwei oder drei dunkle Stellen zeigen, durch welche die Gefäße in den Blattſtiel übergingen. Die dünne Kohlenrinde, welche dieſe Stämme deckt, fällt oft ab und zeigt dann die innere Fläche der Narbe im Abguſſe. Die Narben der Blattſtiele ſind meiſt weit zahlreicher, als in den gewöhnlichen Farrenkräutern, und deshalb herrſchen noch Zweifel unter den Botanikern über ihre Stellung, die indeß dennoch definitiv als zu den Farren gehörig feſt- §. 365.

Fig. 131.

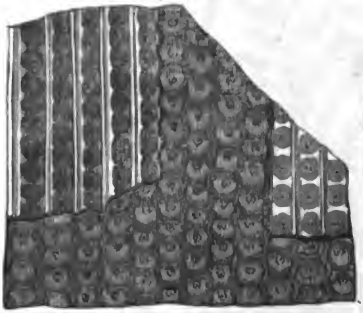


Ganzer Stamm einer Sigillaria aus einer Kohlenmine in England.

Digitized by Google

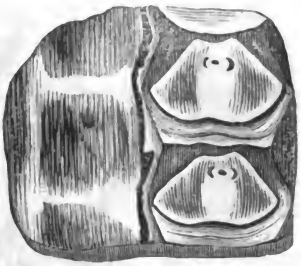
geſtellt ſcheint. Das Geſchlecht iſt ſehr zahlreich, man hat etwa funfzig Arten unterſchieden.

a Fig. 132.



Stück des Stammes von Sigillaria elegans. Bei a iſt die Rinde abgefallen.

Fig. 133.



Einige Blattanſätze mit und ohne Rinde.

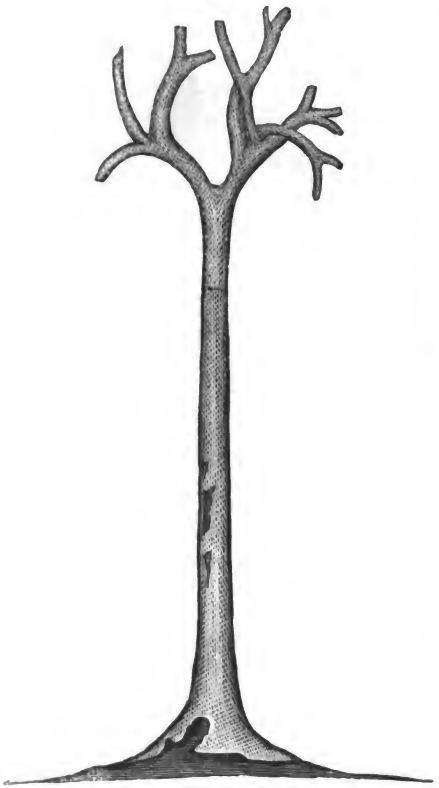
§. 366. Zu den Lycopodiaceen oder Bärlapparten gehört noch eine Art großer Stämme, welche mit dem Namen der Lepidodendron belegt iſt. Man findet Stämme, welche denen der Sigillarien in Länge und Dicke nichts nachgeben; ſie unterſcheiden ſich leicht durch die ſpiralförmige Stellung der Blattſtielnarben, die rhomboidal ſind und ein einfaches rhomboidales Mittelfeld zeigen, auf welchem die kurzen Blätter aufſaßen. Die Samenkätzchen dieſer Pflanzen ſind unter dem Namen Lepidoſtrobus unterſchieden worden.

(Die zu dieſem Paragraphen gehörigen Figuren ſiehe folgende Seite.)

§. 367. Einen der auffallendſten Typen des Pflanzenreiches, deſſen Analogon man kaum in der jetzigen Natur findet, bilden die in den Kohlenſchiefern in großer Menge verbreiteten Stigmarien, von welchen man früher nur die einzelnen Wurzelſtämme oder Aeſte kannte. Das Gewächs bildet einen mittleren erhabenen Wulſt, der etwa 6 Fuß im Durchmeſſer hat und von dem aus nach allen Richtungen ſtrahlenförmig Aeſte ausgehen, die meiſt bis Armsdicke haben und in horizontaler Richtung ſich verbreiten. Auf dieſen Aeſten ſitzen ſteife, pfriemenförmige, ſpitze Blätter, die an der Baſis knopfartig angeſchwollen ſind und mit einem dünnen Stiele an dem Aſte anſitzen. Dieſe blattartigen Gebilde ſcheinen noch von feineren Faſern umgeben geweſen zu ſein, denn die Schichten, in welchen Stigmarien ſich finden, haben ein ſo eigenthümliches, zuſammengewebtes Anſehen, daß die Kohlenarbeiter ſie an dieſer filzartigen Structur erkennen und mit eigenthümlichen Namen bezeichnen. Sie bilden die untere Lage der Kohlenſchichten, und die Schieferthone, welche gerade unter dem Kohlenflötze liegen, zeigen meiſt dieſe

Digitized by Google

Fig. 134.



Lepidodendronſtamm mit ſeinen Aeſten aus dem böhmiſchen Kohlengebirge.

Fig. 135.

Stück eines Stammes von Lepidodendron elegans.

Fig. 136.

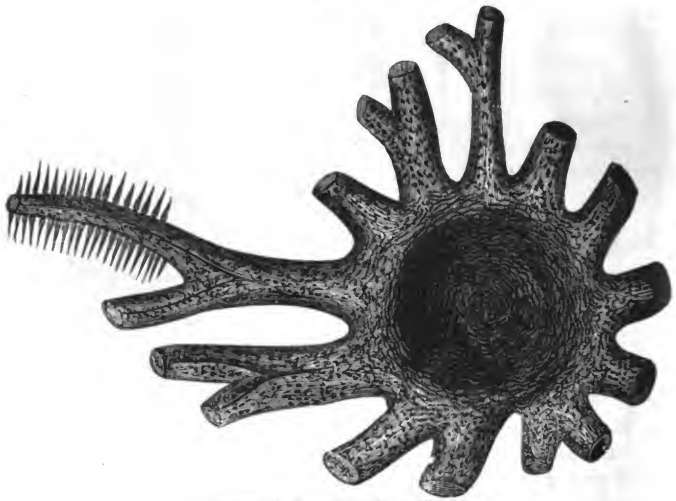
Einige Blattanſätze in natürlicher Größe.

Structur, was bei Verwerfungen und ſteiler Aufrichtung der Flötze, wo man Liegendes und Hangendes nicht gehörig unterſcheiden kann, von ungemein praktiſchem Nutzen iſt. Die Stigmarien ſcheinen Sumpfpflanzen geweſen zu ſein, welche auf Mooren gleichſam kriechend ſich ausdehnten. Nicht unwahrſcheinlich iſt auch die Anſicht, daß dieſe ſeltſamen Pflanzen nur Wurzelſtöcke geweſen ſeien, die von dem domartigen Mittelpunkte aus fortwucherten und deren Wurzeläſte Schößlinge trieben, welche vielleicht zu baumartiger Höhe emporwuchſen. Gewiegte Botaniker haben ſogar die Meinung aufgeſtellt, daß die Sigillarien auf dieſen Wurzelſtöcken, die wir

Digitized by Google

heute Stigmarien nennen, auffaßen; eine Hypotheſe, die indeß noch ſehr der Beſtätigung bedarf.

Fig. 137.



Stigmaria ficoides. Aus England.

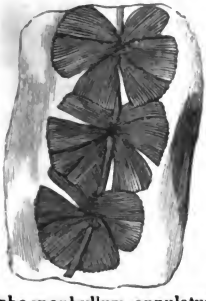
§. 368. Von Monocotyledonen, palmenartigen und anderen Gewächſen dieſer Klaſſe hat man Spuren entdeckt, indeß ſcheinen ſie in weit geringerer Zahl vorhanden, als man glauben dürfte. Coniferen dagegen haben eine große Maſſe der Steinkohlen gebildet, und an vielen Orten entdeckt man in den Kohlen und in den verkiesten Stämmen die mikroſkopiſchen Charaktere des Holzes dieſer großen Familie. Indeſſen zeichnen ſich doch dieſe Charaktere vor denen der meiſten jetzt lebenden Nadelhölzer, namentlich der Tannen und übrigen nordiſchen Coniferen, durch den Mangel der Poren an den Zellen aus, und der ganze Habitus der Nadelhölzer aus der Kohlenzeit ſchließt ſich mehr oder minder an die Araucarien und die ſüdlichen Formen an.

§. 369. Man hat lange hin und her geſtritten, ob wohl Dicotyledonen in den Kohlen vorkämen, allein inſofern ohne Reſultat, als die Geologen meiſt nicht auf den Sinn der Worte, deren die Botaniker ſich bedienten, eingingen, und nur das Reſultat, wie es angegeben wurde, benutzten. So lange viele Botaniker noch die Nadelhölzer als eine Familie der Dicotyledonen oder eigentlichen Holzbäume behandelten, ſo konnte kein Zweifel ſein, daß dieſe Klaſſe darin repräſentirt ſei; — jetzt aber, wo die Botaniker wohl all-

Digitized by Google

gemein einverſtanden ſind, die Nadelhölzer als eine beſondere, den Monocotyledonen und Dicotyledonen äquivalente Klaſſe anzuſehen, und wo ſogar die Wiſſenſchaft dahin ſtrebt, ſie den Farren noch näher zu bringen, als bisher geſchah, wo mithin keine Zweideutigkeit mehr unter dem Ausdrucke Dicotyledonen begründet iſt, jetzt iſt die Behauptung, daß keine Dicotyledonen zur Kohlenzeit vorkamen, vollkommen gerechtfertigt, und ſomit ein großer Unterſchied von der jetzigen Flora des Erdballes begründet, in welcher die Dicotyledonen die ungeheure Mehrzahl bilden. Einige zweifelhafte Formen, von welchen wir zwei der ausgezeichnetſten hier geben, können bei ſolcher Discuſſion nicht in Betracht kommen.

Fig. 138.



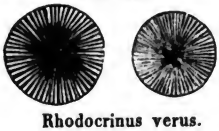
Sphaenophyllum annulatum.

Fig. 139.

Annularia fertilis.

Die Fauna wirbelloſer Thiere, welche man in den Steinkohlengebilden §. 370.
findet, unterſcheidet ſich in ihren großen Zügen durchaus nicht von derjenigen der Uebergangsſchichten. Dieſelben Familien und Geſchlechter von Polypen, Echinodermen, Mollusken und Trilobiten treten auf; hier wie dort, herrſchen die Brachiopoden unter den Mollusken, die Enkriniten unter den Echinodermen vor, und nur die Arten ſind meiſtens verſchieden. Die Enkriniten namentlich ſind an vielen Orten in ungeheurer Zahl verbreitet, und da die Glieder ihrer Stiele einer gewiſſen Kalkſchicht den Namen des Entrochitenkalkes (Calcaire à entroques) verliehen hat, ſo fügen wir hier die Abbildung einiger ſolcher Entrochiten bei.

Fig. 140.



Rhodocrinus verus.

Fig. 141.

Cupressocrinus crassus.

In den Kohlenſchichten Böhmens hat man Reſte eines Scorpions, in denen §. 371.

Digitized by Google

anderer Länder Ueberbleibsel von wahren Insecten gefunden, das erste Beispiel luftathmender Thiere. Im Ganzen sind diese Ueberreste jedoch sehr selten.

§. 372. In Hinsicht der Fische muß man wohl zwischen den Binnenmulden und der Meeresformation der Kohlenzeit unterscheiden. Der Kohlenkalk wimmelt von einer großen Anzahl von Ichthyodorulithen, und die ungemeine Häufigkeit dieser Rückenstacheln von haifischartigen Knorpelfischen läßt auf eine bedeutende Menge von Haien schließen, welche die Kohlenmeere bevölkerten. Unter den Haien ist es aber namentlich die Familie der Cestracionten, deren Zähne auch in großer Menge vorkommen, und welchen ohne Zweifel diese Rückenstacheln zugetheilt werden müssen. Der einzige jetzige Repräsentant dieser in den alten Formationen sehr ausgedehnten Familie lebt in der Bai von Port Jackson und zeichnet sich durch Rückenstacheln in den Flossen, und namentlich durch seine Zähne aus, welche nicht wie bei den übrigen Haien, scharf und schneidend zum Zerfleischen eingerichtet sind, sondern stumpfe Flächen zeigen und wirklich zum Kauen und Zermalmen kleiner Schalthiere dienen. Die Zähne der Cestracionten, die man fossil findet, haben alle mehr oder minder gefaltete, breite, oft abgeriebene flache Kronen und ausgedehnte, schwammige Sockel, auf denen die stark emaillirten Kronen ruhen. Einige Repräsentanten dieser Familie kommen schon in den devonischen Formationen vor; die größte Entwicklung findet sich in der Steinkohlenzeit.

Fig. 142.

Orodus cinctus. Von Bristol.

Das Genus Orodus, welches durchaus auf die Steinkohlenperiode beschränkt ist, hatte längliche, auf einer breiten, schwammigen Wurzel ruhende Zähne, deren Mitte einen breiten, stumpfen Kegel darstellt, an welchen sich zu beiden Seiten kleinere Erhöhungen anreihen, die durch einen Mittelkamm mit einander verbunden und durch Faltungseinschnitte von einander mehr oder minder unterschieden sind.

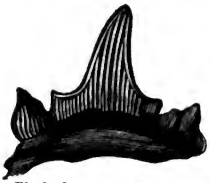
Fig. 143.

Cochliodus contortus. Von Bristol.
Eine ganze Kinnlade.

Die Cochliodon hatten breite, gewundene Zähne, die in eine einzige Masse zusammengeschmolzen waren, welche die ganze Kaufläche der Kinnlade bedeckte.

Digitized by Google

Fig. 144.



Cladodus marginatus. Von Armagh.

Die Hybodonten, welche ebenfalls zuerst §. 373.
in der Steinkohlenformation auftreten, bilden eine eigenthümliche Haifischfamilie, die ebenfalls Rückenstacheln besaßen, aber durch ihre kegelförmigen, rundlichen Zähne von den übrigen Haien sehr abweichen. Der mittlere Kegel ist hoch, etwas flach gedrückt und mit hohen Längsstreifen versehen; die Seitenkegel kleiner. Das Genus Cladodus, welches durchaus auf den Kohlenkalk beschränkt ist, zeigt einen hohen mittleren Kegel und einen oder mehre Seitenkegel, von welchen der äußerste der größte ist.

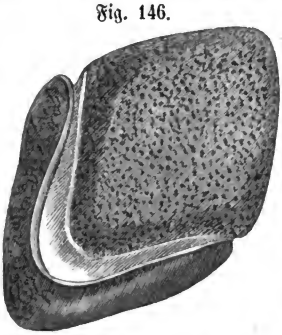
Fig. 145.

Tristychius arcuatus. Von Glasgow.

Um eine Idee von der Form und Gestalt der Rückenstacheln zu geben, fügen wir hier die Abbildung eines solchen bei, der sich durch sein schreibfederartig abgeschnittenes Ende, womit er im Fleische steckt, durch die Längsfalten und die an seinem hinteren Ende befindlichen Zähne kenntlich macht.

Außer den genannten Arten von Knorpelfischen kommen §. 374.
noch in den Meeresformationen die Reste mehrer Familien aus der großen Ordnung der Schmelzschupper (Ganoiden) vor, welche durch die bedeutende Entwicklung ihres Zahnapparates sich als reißende Thiere beurkunden. Die Celacanthen, deren wir schon bei dem Uebergangsgebirge Erwähnung gethan, sind auch hier durch Fische mit gewaltigen, scharfen, großentheils gefalteten Zähnen repräsentirt. Neben ihnen tritt eine andere, ebenso mächtige Familie auf, die der Sauroiden, welche viel Aehnlichkeit mit den vorigen im Zahnbaue haben, sich aber durch platte, rhomboidale Schuppen unterscheiden, die nicht dachziegelförmig über einander gelagert sind, wie bei den Celacanthen, sondern meist durch besondere Fortsätze mit einander eingelenkt sind. Das Genus Megalichthys namentlich zeichnet sich durch eine ungemeine Größe vor seinen Verwandten aus; seine Zähne wurden früher für Crocodilzähne gehalten. Eigentliche Sauroiden kommen in den Uebergangsgebirgen nicht vor; sie sind dort durch die Celacanthen

Fig. 146.



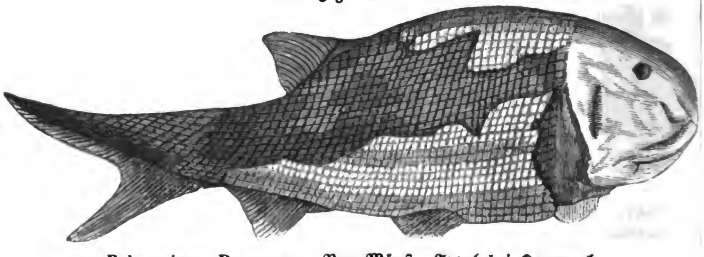
Schuppe von Megalichthys Hibberti.

Digitized by Google

und eine kleine Familie, die Dipterier, erſetzt, welche ſich dadurch auszeichnen, daß ſie doppelte Rücken- und Afterfloſſen haben.

§. 375. In den Schichten der Binnenmulden namentlich kommen eine große Anzahl kleinerer Fiſche vor, welche, wie die Sauroiden, rhomboidale, mit Schmelz gedeckte Schuppen haben, die durch Fortſätze in einander gelenkt ſind, ſich aber dadurch unterſcheiden, daß ſie nur dünne, bürſtenförmige Zähne beſaßen und im Allgemeinen plumpere Körperformen hatten, mithin nicht ſo wie dieſe, auf Raubjagd angewieſen waren. Die Familie der Lepidoiden, wie ſie von Agaſſiz genannt wurden, beginnt mit ſehr zahlreichen Arten in den Kohlenſchichten. Es giebt namentlich zwei Geſchlechter dieſer Familie in den Kohlenſchichten, welche einander ſehr ähneln, die Paläoniſken und Amblypteren. Beide haben ziemlich dicke Köpfe, mehr oder minder gedrungenen Körper, eine heterocerke Schwanzfloſſe, in deren oberen Lappen die Wirbelſäule ſich fortſetzt, eine Rücken- und Afterfloſſe, ſowie Bauch- und Bruſtfloſſen; ſie unterſcheiden ſich aber durch die Stellung der Floſſen und ihre Zuſammenſetzung; bei den Paläoniſken ſind die Floſſen weit kleiner, aus weniger Strahlen zuſammengeſetzt und die Rückenfloſſe ſtets dem Zwiſchenraume zwiſchen Bauch- und Afterfloſſe, der ziemlich groß iſt, gegenüber geſtellt, während bei den Amblypteren After- und Bauchfloſſen ſich faſt berühren und die Rückenfloſſe oft über beide hinausreicht. Die Lepidoiden ſind indeß bei weitem nicht auf die Binnenmulden beſchränkt, ſie kommen auch in den Seeformationen unter den Knorpelfiſchen und den übrigen Ganoiden vor.

Fig. 147.



Palaeoniscus Duvernoy. Von Münſter-Appel bei Kreuznach.

§ 376. Die erſte Frage, welche ſich bei der Betrachtung der ungeheuren Menge von in den Steinkohlenſchichten enthaltenem Brennſtoff unwillkürlich dem Geiſte darbietet, iſt diejenige nach der Entſtehung dieſer Kohlenmaſſen. Der unbefangene Beobachter wird ohne Zweifel hier ſogleich an Pflanzen denken, die auf eigenthümliche Weiſe verändert wurden, und die genauere Forſchung beſtätigt dieſen erſten Schluß vollkommen. Manche Kohlenminen gleichen wahren Wäldern, ſo reichlich gehäuft ſind die Blatteindrücke, die Stämme

Digitized by Google

und Aeste, welche in den Sandsteinen und Thonschiefern erhalten sind. Jeder Block, der aus den Gesteinsmassen gelöst wird, zeigt die Spuren einer reichen untergegangenen Vegetation, und die aufrecht stehenden Baumstämme, die man jetzt fast in allen Kohlenminen angetroffen hat, beweisen mehr als hinlänglich, daß diese Vegetation auch auf demselben Platze sich ausbildete, wo wir jetzt noch die Kohle finden. Man hat für diese fossilen Eindrücke freilich keine andere Erklärung zu finden gewußt, als die eben gegebene; man hat aber deshalb nichts desto weniger den vegetabilischen Ursprung der Steinkohle in Zweifel gezogen und zuweilen, ihres Gehaltes an bituminösen Stoffen wegen, behaupten wollen, daß sie das Resultat einer Anhäufung von zersetzten Thierresten sei. Schon auf einfachem, mineralogischem Wege gleichsam, ist indeß eine Widerlegung dieser Ansichten möglich. Wir sehen in der That eine stets fortschreitende, graduelle Veränderung in den fossilen Brennstoffen, je tiefer in die Schichten der Erde wir eindringen. Der Torf, der sich noch täglich unter unseren Augen auf der Erdoberfläche bildet, die Braunkohle der tertiären Ablagerungen, die einzelnen geringen Kohlenanhäufungen in den secundären Schichten, die eigentliche Steinkohle und der Anthracit der älteren Formationen bieten eine ununterbrochene Reihe von Uebergängen, in welchen die vegetabilische Structur allmählich mehr und mehr verschwindet, die ganze Masse fester, gediegener, kohliger wird, und die bituminösen, Wasserstoff enthaltenden Stoffe, nachdem sie sich bis auf einen gewissen Grad entwickelt haben, wieder zurücksinken und allmählich ganz schwinden. Die Analysen Regnault's bestätigen diese Behauptungen auf das Vollkommenste. Man kann gewissermaßen die verhältnißmäßige Menge der bituminösen, Gas gebenden Stoffe in der Art darstellen, daß man die Menge des Sauerstoffes und Wasserstoffes bestimmt, welche in die Zusammensetzung des brennbaren Theiles der Brennstoffe, nach Abzug der Asche, eingehen. Es zeigt sich nun, daß, je älter der Brennstoff ist, desto mehr auch die Menge des Sauerstoffes abnimmt.

Untersuchter Stoff.	Verhältniß des Wasserstoffes	zum Sauerstoffe	und Kohlenstoffe.
Anthracit des devonischen Systemes von Rolduc . .	560	17	1000
» » » » » Mayenne	522	26	»
» » » » » Pensylvanien	329	20	»
Fette harte Steinkohle von Alais	660	38	»
» » » » Rive de Gier . . .	684	37	»
Fette Hauptkohle (Houille maréchale):			
von Rive de Gier	719	49	»
» Grand-Croix	678	51	»
» Newcastle	729	47	»

Digitized by Google

Untersuchter Stoff.	Verhältniß des Wasserstoffes	zum Sauerstoffe	und Kohlenstoffe.
Steinkohle mit langer Flamme (Cannel coal):			
von Mons	765	72	1000
» »	782	64	»
» Rive de Gier	786	85	»
» » » »	808	59	»
» » » »	830	84	»
» » » »	748	75	»
» Larayſſe	787	70	»
» Lancaſhire	834	74	»
» Epinac	769	106	»
» Commentry	783	117	»
Steinkohle von Noroy in den Vogeſen (aus dem Keuper)	841	159	»
Steinkohle » St. Girons (Kreide)	916	184	»
» » Beleſtat (Kreide)	941	182	»
Braunkohlen aus den Tertiärgebilden:			
von Dax	970	207	»
aus dem Dept. der Rhonemündungen	878	217	»
vom Meißner in Heſſen	827	231	»
aus dem Dept. der niederen Alpen	910	238	»
Unvollkommene Braunkohlen von Griechenland	1000	309	»
» » » Cöln	964	318	»
» » » Uznach (Schweiz)	1247	492	»

§. 377. Den ſicherſten Beweis des vegetabiliſchen Urſprunges liefert aber die genauere mechaniſche Zerlegung der Steinkohle ſelbſt. An vielen Orten iſt die Steinkohle ſchieferig oder blätterig, und man entdeckt dann, daß die einzelnen Blätter nicht ganz dieſelbe Natur haben, ſondern daß die einen oft etwas mehr erdig und thonig ſind, als die anderen. In ſolchen thonigen Blättern, die in der Mitte der Steinkohlenflötze ſich finden, zeigen ſich ſtets Eindrücke von Pflanzen, wie in den Schieferthonen über den Kohlenſchichten, und es hing mithin nur von der Gegenwart einer einigermaßen plaſtiſchen Maſſe ab, um dieſe Eindrücke zu bewahren. Anderntheils entdeckt man ſtets auf feinen Schliffen, auch der feſten Glanzkohle, die durchaus dem bloßen Auge compact erſcheint, mittelſt des Mikroſkopes die zellige Structur des Pflanzengewebes, die ſich trotz der mannichfachſten äußeren Einflüſſe erhalten hat. Es kann mithin, nach allen dieſen Unterſuchungen, kein Zweifel mehr über den vegetabiliſchen Urſprung der Steinkohle obwalten.

§. 378. Nichts deſto weniger ſind die Metamorphoſen, welche dieſelbe durchmachen mußte, um von dem Zuſtande des grünen Holzes zu demjenigen

Digitized by Google

der Steinkohle zu gelangen, durchaus noch nicht aufgeklärt. Man hat versucht, Steinkohle künstlich zu erzeugen, indem man Holz in geschlossenen Gefäßen bei starker Hitze verkohlte. Die Gase und flüchtigen Destillationsproducte, welche bei dem Brennen des Holzes die Flamme bilden, wurden bei dieser Operation im Inneren zurückgehalten, und man erhielt, wie diejenigen, die solche Versuche anstellten, versichern, in der That eine compacte schwarze Masse, welche der Steinkohle in ihrem äußeren Verhalten ähnlich war. Leider wurden die Versuche nicht mit gehörigen Analysen begleitet und überhaupt nicht auf solche Weise angestellt, daß man wissenschaftliche Schlüsse darauf bauen könnte. Es ist wahrscheinlich, daß die beträchtliche Compression, unter deren Einfluß die vegetabilischen Ablagerungen sich in Steinkohle umwandelten, einen bedeutenden Einfluß auf diese Metamorphose ausgeübt hat, allein es ist deshalb noch nicht ausgemacht, daß dies die einzige Ursache dieser Metamorphose war. Die Gewächse jener Zeit waren, wie aus den vorhergehenden Paragraphen hervorgeht, vorzüglich Farren, deren Stämme nicht mit denjenigen der jetzt als Brennmaterialien dienenden Hölzer verglichen werden können; sie enthielten im Ganzen nur wenig Holzfaser und hauptsächlich ein weiches Zellgewebe. Andererseits war offenbar das Klima der Kohlenzeit mehr demjenigen des Aequators und der Tropen ähnlich, als dem unsrigen, und während in unserem Klima sich Torfmoore und vegetabilische Anhäufungen in großer Menge bilden, so ist unter den jetzigen Verhältnissen die Zersetzung in den Tropen so rasch und gewaltig, daß trotz der üppigen Vegetation die pflanzlichen Ablagerungen in der Nähe des Aequators nur sehr unbedeutend sind. Es scheint also aus allen diesen Gründen hervorzugehen, daß zu der Erklärung der Steinkohlenablagerungen und ihrer definitiven Metamorphose noch sehr viele Einflüsse berücksichtigt werden müssen, deren Existenz sogar mehr oder weniger in das Reich der Hypothese fällt.

§. 379. Man hat angenommen, daß die Kohlenbecken, welche man vereinzelt und abgesondert trifft und die wir unter dem Namen der Binnenmulden bezeichnet haben, ihren Ursprung großen Holzflößen verdankten, welche vielleicht von fernen Gegenden kamen und sich in Baien und Buchten absetzten, so wie dies heut zu Tage noch an vielen Orten mit dem Treibholze geschieht. In der That ist es bekannt, daß die größeren Flüsse, namentlich der südlicheren Continente, welche durch weite Strecken von Urwäldern fließen, eine große Quantität von Treibholz mit sich flößen, das von den Meeresströmungen fortgeführt wird und sich in großen Massen an den nordischen Küsten ansammelt, wo es die hauptsächlichste Fundgrube für Brennmaterial bietet. Auf den ersten Blick scheint dies Phönomen eine hinlängliche Erklärung der Binnenmulden geben zu können; man könnte in der That annehmen, daß die dort angehäufte Steinkohle nicht durch Vegetation auf

Digitized by Google

dem Platze, sondern durch angeschwemmtes Treibholz entstanden sei und daß in jenen Zeiten, wo ohne Zweifel eine noch weit mächtigere Vegetation vorhanden war, als jetzt in den Tropengegenden, auch verhältnißmäßig weit größere Treibholzansammlungen sich bilden konnten. Betrachtet man aber die Sache näher, so ergiebt sich eine solche Annahme als durchaus unwahrscheinlich, und die Berechnungen E. de Beaumont's scheinen keinen Zweifel mehr übrig zu lassen über die Thatsache, daß man wirklich andauernder Vegetation diese Anhäufung zuschreiben müsse, etwa so wie die Torfablagerungen noch heute sich täglich durch Wachsen vermehren.

§. 380. Das specifische Gewicht der Steinkohle beträgt im Mittel 1,30; dasjenige des gewöhnlichen Brennholzes im Durchschnitte 0,70. Wenn demnach ein gegebenes Gewicht Brennholz bis zu Steinkohle verdichtet würde, so würden 130 Holz nur 70 Pfund Steinkohle geben, oder 1 Theil Holz würde ergeben 0,5385 Steinkohle.

Die Steinkohle enthält im Mittel, nach Regnault's Analyse 85 Procent Kohlenstoff; das grüne Brennholz enthält nur 36 Procent Kohlenstoff; ein gegebenes Gewicht Holz, das ohne Kohlenstoffverlust in Steinkohle verwandelt würde, müßte demnach im Verhältniß von $1 : \frac{36}{85}$ oder $1 : 0{,}4235$ reducirt werden.

Eine Schicht Holz ohne Zwischenräume, die man in Steinkohle verwandeln wollte, würde demnach im Verhältniß von $1 : 0{,}5385 \times 0{,}4235$ abnehmen, mithin nur 0,2280 Steinkohle geben.

Es hält schwer, den Holzgehalt eines Waldes im Mittel zu bestimmen. In den Ardennen liefert eine Hectare Stangenwald, der 25 Jahre alt ist, im Durchschnitte 180 Klafter (Stères) Holz, wenn er gänzlich abgehauen wird. Das Gewicht eines jeden Klafters ist im Durchschnitte 530 Kilogramme. Eine Hectare Wald wiegt also 59400 Kilogramme, und würde, bei einem mittleren specifischen Gewichte von 0,70 im Ganzen 84,86 Cubikmeter Holz geben, was, auf der ganzen Oberfläche der Hectare ausgebreitet, eine ununterbrochene Schicht ohne Zwischenräume von $0{,}^{m}008486$ Mächtigkeit geben würde.

Nach den oben angeführten Grundzahlen würde diese Schicht Holz einer Steinkohlenschicht von $0{,}008486 \times 0{,}2280 = 0{,}001935$ Meter gleich sein, oder in ungefähren Resultaten ausgedrückt: Ein Stangenwald von 25 Jahren würde eine Schicht von etwa 2 Millimetern Steinkohle geben.

Ein Hochwald enthält höchstens dreimal mehr Holz, als ein wohlbesetzter Stangenwald von 25 Jahren, und man kann deshalb füglich annehmen, daß ein Hochwald eine Steinkohlenschicht von 6 Millimetern vorstelle, und der dickste Hochwald würde schwerlich einer Steinkohlenschicht von gleichem

Digitized by Google

Flächeninhalte und einem Centimeter (zehn Millimeter) Mächtigkeit gleichkommen.

Die Oberfläche der Steinkohlenbecken in Frankreich beträgt $^1/_{214}$ der Oberfläche des ganzen Königreiches. Ein Hochwald, der sich über ganz Frankreich erstreckte, würde nicht so viel Kohlenstoff enthalten, als eine einzige Schicht von 2 Metern Mächtigkeit, die sich durch alle Kohlenbecken erstreckte.

Die in den Kohlenbecken niedergelegte Menge vegetabilischen Stoffes ist demnach ungeheuer, um so ungeheurer, als es unbestreitbar Schichten giebt, die eine Mächtigkeit von mehren Metern haben; ja im Becken des Aveyron eine solche von 30 Metern existirt.

Wendet man nun diese Resultate der Berechnung auf die Annahme an, §. 381.
daß diese Anhäufungen Treibholzanschwemmungen seien, so ist offenbar vor allen Dingen der Umstand festzuhalten, daß jede Schicht nothwendig nur von einem einzigen Floß herrühren kann, da bei Aufhäufung von mehren Flößen nothwendig Lehm- oder Sandschichten zwischen den einzelnen Flößen vorkommen und demnach auch in den Steinkohlenschichten die einzelnen Lager durch solche Streifen unterschieden sein müßten. Hält man diesen Punkt fest, so ergeben sich folgende Resultate.

Klafterholz, das in gleich lange Stücke gesägt und in Klaftern aufgeschichtet ist, bietet stets sehr zahlreiche Zwischenräume dar, die man auf $^{38}/_{128}$ schätzt; bei Zweigholz, Bündeln und Aesten ist die Menge der Zwischenräume noch weit größer, und man kann ohne Uebertreibung annehmen, daß in einem natürlichen, aus ganzen Bäumen bestehenden Floße, das man nicht künstlich hat ordnen können, mehr als die Hälfte leere Zwischenräume seien. Ein solches Floß würde demnach, auf eine Steinkohlenschicht reducirt $\frac{1}{2} \times 0{,}2280$ oder $0{,}1140$ Steinkohle geben, das heißt eine Schicht, die noch nicht einmal ein Achtel der Dicke des Flößes haben würde.

Eine Steinkohlenschicht von einem Meter Mächtigkeit würde demnach ein Floß von 8,76 Meter Höhe verlangen; die große Schicht von 30 Meter Mächtigkeit im Aveyronbecken setzt ein Floß von 263 Meter Höhe voraus. Rechnet man nun noch hinzu, daß die Steinkohle von Pflanzen herkommt, deren Stämme meist nur eine mehr oder minder dicke Rindenschicht und ein laxes, hohles Innere darboten, so müßte man vielleicht noch die Flöße um das Doppelte oder Dreifache größer anschlagen. Ist es aber möglich, sich ein Floß von 788 Meter Höhe zu denken?

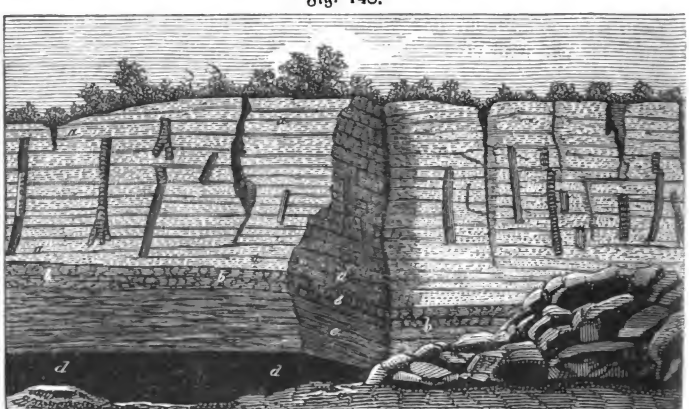
Es geht aus den vorstehenden Berechnungen hervor, daß die einzig ver- §. 382.
nünftige Annahme, welche über die Anhäufung der Steinkohle gemacht werden kann, die ist, daß die Pflanzen, welche sie bildeten, auf dem Platze selbst wuchsen. An sich hat diese Ansicht nur die ungemein langen Zeit-

Digitized by Google

räume von Jahren gegen sich, die sie nothwendiger Weise voraussetzt. Wenn ein Wald jährlich eine Schicht von 1 Millimeter Steinkohle etwa producirte, so würden demnach für eine Schicht von 1 Meter, die gar nicht selten sind, eine ruhige Existenz von 1000 Jahren, für eine von 30 Meter eine solche von 30,000 Jahren erfordert werden. Zur Bildung der verschiedenen Reihenfolgen von Schichten, die wir in dem Kohlengebirge treffen, Millionen von Jahren zu fordern, würde demnach nicht zu viel sein. Man muß indeß bedenken, daß die Grundzahlen, auf welche die Berechnungen gebaut wurden, unserem Klima entnommen sind, und daß bei einer ungemein üppigen Vegetation, wie sie nothwendig zur Kohlenzeit herrschen mußte, die Production von Kohlenstoff auf Kosten der in der atmosphärischen Luft verbreiteten Kohlensäure weit bedeutender sein mußte.

§. 383. Ein wesentlicher Einwurf gegen die Theorie der Flöße, die zu Gunsten der hier angenommenen spricht, beruht in der Häufigkeit fossiler Stämme, die senkrecht auf den Schichtenflächen stehen und oft sogar in einer kleinen Lage von Schieferthon wurzeln, während die verkiesten Stämme selbst in den Sandsteinschichten erhalten sind und meist eine dünne Rinde von Kohle zeigen. Die Kohlenmine von Treuil in dem Becken von St. Etienne bietet ein überraschendes Beispiel solcher aufrecht stehender fossiler Baumstämme dar. Fig. 148. Die meisten derselben setzen sich durch mehre Schichten

Fig. 148.



Kohlenmine Treuil bei St. Etienne mit aufrecht stehenden fossilen Baumstämmen
a. Sandstein. b. Eisennierenlager. c. Schieferthon. d. Steinkohle.

hindurch fort, ein Beweis, daß der Absatz der sandigen Massen während der Vegetation der Bäume fortdauerte. In den Kohlenminen von Hainichen in Sachsen, von Mons im belgischen Kohlenbecken, sowie in den

Digitized by Google

Steinkohlengebilden von England, hat man zahlreiche ähnliche Beispiele beobachtet, die keinen Zweifel an der Allgemeinheit der Erscheinung zulassen und beweisen, daß die Stämme da vegetirten, wo sie jetzt fossil gefunden werden.

Diese Stämme bildeten mithin Wälder, welche höchstens auf sumpfigem §. 384.
Boden, nicht aber auf dem Grunde eines tiefen Meeres oder Landsee's wachsen konnten. Es fragt sich nun, wie bei solchen flachen Morästen oder sumpfigen Tümpeln jene ungeheure Mächtigkeit zu erklären sei, welche das Kohlengebilde an vielen Stellen noch über den Steinkohlenflötzen besitzt.

So hat das Steinkohlengebirge von Newcastle wenigstens 1300 Meter, das von Wales vielleicht 3000 Meter Mächtigkeit über der untersten Kohlenschicht. Man kann nicht annehmen, daß die Pflanzen, welche diese Kohlenschicht bilden, auf dem Grunde des Meeres in einer Tiefe von einigen tausend Fußen lebten, da eine solche Tiefe sogar mit der Entwicklung des thierischen Lebens unverträglich erscheint. Man kann im Gegentheil nur glauben, daß die Pflanzen in Sümpfen, Morästen und seichten Becken vegetirten, und daß die Thiere, welche in den Sandsteinen und selbst den Kalken der Meeresformation sich fossil finden, ebenfalls nur in seichten Meeren sich aufhielten. Die Meere der Kohlenzeit hatten demnach nicht die Tiefe, welche die Mächtigkeit des Kohlengebildes ihnen zuzuschreiben scheint. Diese Moräste und weit ausgedehnten Sümpfe, in welchen vielleicht die Stigmarien ihre Wurzelstöcke aussandten und über deren Niveau die baumartigen Farren ihre Wipfel erhoben, um in der Luft ihre Blätter zu entfalten, scheinen eine gewisse Zeit bestanden zu haben, bis irgend eine Veränderung den ganzen Wald völlig unter Wasser setzte und nun die Niederschläge des Thones und der sandigen Massen begannen. Nach einiger Zeit hatten sich diese Niederschläge so weit erhoben, daß wieder Sumpfpflanzen Fuß fassen konnten und die Vegetation von Neuem ihre Production begann, bis eine neue Versenkung sie unter wiederholten mineralischen Niederschlägen begrub.

Diese Erklärungsart der häufigen Wechsel in der Steinkohlenformation §. 385.
zwischen Kohlen, Sandstein, Thonschiefer und Kalk scheint auf den ersten Blick etwas gezwungen und den Umständen mit Gewalt angepaßt. Bedenkt man aber, daß ähnliche graduelle Senkungen und Hebungen des Bodens noch heute vorkommen, daß die unterseeischen Wälder an den Küsten Englands nur ganz neuen Zeiten angehören und kaum mehre 1000 Jahre zählen, eine Zeit, die gar nicht in Betracht kommen kann gegen die langen Jahresfolgen der Steinkohlenepoche; bedenkt man, daß noch in geschichtlicher Zeit die Torfmoore Hollands und Frieslands zum Theil unter das Meer gesunken und von diesem bedeckt worden sind, so daß jetzt Sand und Lehm sich auf ihnen ablagert, so hat die Ansicht schon weniger Auffallendes. Man braucht

Digitized by Google

diesen Phänomenen, die sich unter unseren Augen zutragen, nur eine größere Intensität zuzuschreiben, verbunden mit einer unendlich längeren Zeit, und man wird das Bild der verschiedenen Wechsel der Kohlenzeit sich schaffen. Es ist aber dies um so wahrscheinlicher, als die Steinkohlenschichten zu den ersten und ältesten Formationen gehören, mithin zu einer Zeit sich bildeten, wo die feste Erdrinde noch sehr gering und der flüssige, feurige Kern weit bedeutender war. Daß Biegungen und Verwerfungen, wellenförmige Einknickungen und daherige Veränderungen des relativen Niveau's der Wassermassen auf der Erde damals sehr häufige Erscheinungen sein mußten, lehren uns die mannichfachen Wellenbiegungen der älteren Gesteinsschichten, die häufigen Verwerfungen und Einknickungen der Kohlenlager, deren viele sicherlich, wie wir später sehen werden, unmittelbar nach ihrem Absatze sich ereignen mußten. Es hat somit die Annahme jener Schwankungen des Niveau's, welche den häufigen Wechsel der Kohlenschichten mit Thon und Sandstein zu erklären sucht, durchaus nur alle Thatsachen und vernünftigen Hypothesen für sich.

5. Das permische System.

(Penäisches System; Système pénéen; Magnesian limestone.)

(Rothes Todtliegendes; Kupferschiefer; Zechstein; Vogesensandstein.)

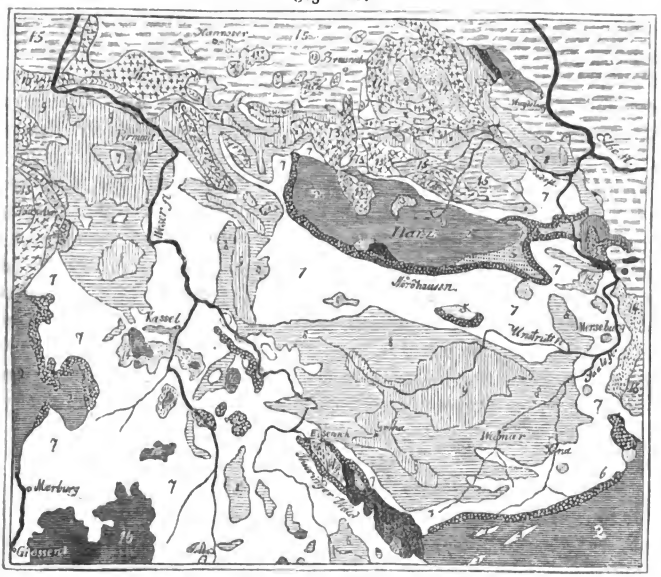
§. 386. Unmittelbar auf dem Steinkohlensysteme und zum Theil in abweichender Schichtung mit diesem letzteren, wie dies namentlich bei Zwickau in Sachsen sehr deutlich ist, findet sich ein System von Schichten, dessen hauptsächlichster Charakter in einer großen Armuth von Fossilien gesucht werden darf; Armuth, die wohl zum Theil davon herrühren mag, daß die chemischen Processe während dieser Periode ein bedeutendes Uebergewicht haben mochten. Die zahlreichen Vorkommnisse sonst nur seltener Mineralien, welche alle auf mächtige chemische Einflüsse hindeuten, möchten dieser Ansicht eine gewichtige Stütze verleihen.

(Die hierzu gehörigen Figuren siehe auf folgender Seite.)

§. 387. In Deutschland, wo dieses System am vollständigsten, wenn auch gerade nicht am mächtigsten entwickelt ist, und wo es auch, der wichtigen Minen wegen, die in ihm vorkommen, sehr früh und sehr vollständig bekannt wurde, besteht das permische System aus folgender Schichtenreihe. Unmittelbar auf dem Kohlengebirge und hie und da in abweichender Schichtung mit demselben findet sich das **Rothe Todtliegende** (Grès rouge; Red sandstone); ein meist rother, zuweilen grüner oder grauer Sandstein von feinem Korn, der in seinen unteren Theilen oft in gröberes Conglomerat übergeht. Die Grundmasse des Sandsteines ist seltener quarzig, meist thonig, und nimmt oft so sehr überhand, daß er in einen förmlichen rothen

Digitized by Google

Fig. 149.



Karte des Harzes und Thüringerwaldes.

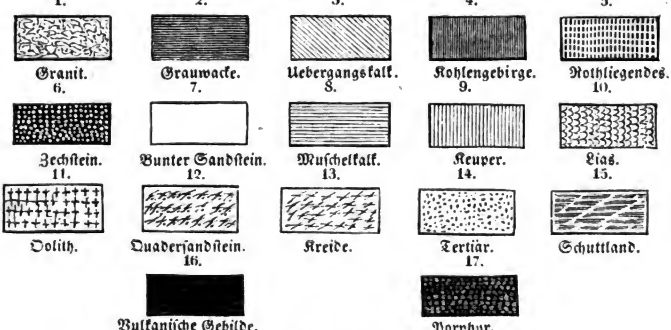


Fig. 150.

Idealer Durchschnitt der permischen Systemes in Norddeutschland.

a. Kohlensandstein. 1. Rothes Todtliegendes. 2. Weißes Todtliegendes. 3. Kupferschiefer. 4. Zechstein. 5. Rauchwacke. 6. Asche. 7. Schlottengyps mit Stinkkalk. 8. Mergel. *b*. Bunter Sandstein.

Digitized by Google

oder grünen Letten ausartet, in welchem einzelne Quarz- oder Glimmerblättchen vertheilt sind. Meist ist der Sandstein compact, zuweilen aber setzt er sich auch aus verschiedenen Bändern von ungleichem Korne zusammen, und zeigt dann zugleich schieferige Absonderungen, in welchem Falle man ihn unter dem Namen Sandschiefer unterschieden hat. Ueberhaupt herrscht in diesen Schichten des rothen Todtliegenden eine große Verschiedenheit, da seine Bestandtheile meist von den älteren Gesteinen in der Nähe herrühren und noch außerdem häufige Porphyrdurchbrüche seine Masse verändert haben. Man findet förmliche Porphyrbreccien, innerhalb welcher die Fragmente des Sandsteines so sehr überhand nehmen, daß man zuweilen nur gröberes Sandsteinconglomerat vor sich zu haben glaubt. Offenbar haben diese Durchbrüche während der ganzen Zeit des Absatzes des rothen Todtliegenden gedauert, denn man findet solche Breccien abwechselnd mit Sandsteinschichten und offenbar durch Einfluß des Wassers bearbeitet und nachträglich geschichtet; so daß man sogar aus diesen Verhältnissen die Ansicht herleitete, der Porphyr sei ein vom Wasser abgesetztes Sedimentgestein; eine Ansicht, die heut zu Tage keiner Widerlegung mehr bedarf.

§. 388. Man findet zuweilen in dem rothen Todtliegenden Stämme fossiler Bäume, welche durch Eindringen kieseliger Masse so vortrefflich erhalten sind, daß ihre Structur unter dem Mikroskope auf das Vollständigste erkannt werden kann. Sie nähern sich den Lepidodendren und anderen Pflanzen der Kohlenformation. Außerdem findet man noch an einzelnen Stellen dünne Bänke eines thonigen, rothen oder grauen Sandsteines und hie und da einige wenige Eisennieren.

Die Mächtigkeit der Schichten des rothen Todtliegenden ist äußerst wechselnd, da sie sich auf dem sehr ungleichen Boden des Kohlensystemes abgelagert haben. An einigen Orten schätzt man sie bis auf 800 Meter; an anderen Stellen, wie namentlich bei Gera, ist die ganze Schichtenfolge auf einige sehr dünne Schichten rothen Thones beschränkt.

§. 389. Ueber diesen rothen Sandsteinschichten, die man oft mit den rothen Sandsteinen des devonischen Systemes, oder den höher gelegenen Sandsteinen, von denen wir später handeln werden, verwechselt hat, liegen einige wenig mächtige Schichten weißgrauen Sandsteines, der bei den Bergleuten im Mansfeldischen den Namen des Weiß-Liegenden trägt. Die Mächtigkeit dieser Schichten, die sich unmittelbar auf den horizontalen Flächen des rothen Todtliegenden absetzten, ist fast gleichförmig; die ganze Folge beträgt aber höchstens 20 Meter Dicke. Das Weiß-Liegende hat ein sehr feines Korn und enthält außer Sand und Thon meist auch noch Kalk; zuweilen selbst Concretionen von compactem Kalksteine, in welchem Falle dann der Sandstein thonig wird; mannichfache Einlagerungen von Mergel,

Digitized by Google

Schiefer, Gyps, Erdpech und pulverigem Sandsteine (sogenanntem Sanderze) geben ihm eine große Mannichfaltigkeit.

§. 390. Auf das Weiß-Liegende folgen einige wenige Schichten von nur sehr geringer Mächtigkeit, die aber trotz dessen äußerst beständig sind, und in Deutschland wenigstens, nirgends zu fehlen scheinen, während das Rothe und Weiße Liegende öfters fehlen. Diese Schichten bestehen aus einem schwarzen, sehr bituminösen Thonschiefer, der manchmal so sehr mit Erdpech geschwängert ist, daß er ziemlich leicht brennt und als Brennmaterial zu ökonomischen Zwecken benutzt werden kann. In diesem Schiefer findet sich unsichtbar in der Masse zerstreut eine bedeutende Menge von Kupfererz, meist Kupferkies, und dieser Erze wegen wird der Schiefer, besonders im Mansfeldischen, häufig ausgebeutet. Er enthält zwei bis vier, in seltenen Fällen sogar bis zu achtzehn Procent Kupfererz, und auf dem schmalen Striche, auf welchem die Schichten dieses Kupferschiefers zu Tage kommen, finden sich eine Menge von Bergwerken, unter welchen die Kupfer- und Cobaltgruben von Richelsdorf, Zaundorf, Saalfeld, Mansfeld die wichtigsten sind. Die Schiefer sind reich an Eindrücken fossiler Fische; auch einige Saurier hat man darin entdeckt. Die Ausbeutung der sehr dünnen Schichten ist äußerst beschwerlich, und trägt auch hier, wie im Saarbrückischen, den Namen der Krummholzarbeit.

§. 391. Ueber dem Kupferschiefer liegt der Zechstein, ein thoniger, grauer Kalkstein mit erdigem Bruche, der zuweilen Quarzfragmente, häufig ziemlich bedeutende Thonzellen besitzt und einige wenige Fossilien enthält. Er hat eine mittlere Mächtigkeit von etwa 20 Metern, ist aber eine äußerst beständige Schicht, die überall einen vortrefflichen Leiter abgiebt.

§. 392. Die Schichten der Rauchwacke, welche höchstens 10 bis 15 Meter Dicke haben, dehnen sich über dem Zechsteine aus. Es ist diese Rauchwacke ein wahrer Dolomit mit ziemlich bedeutendem Bittererdegehalte, von rauchbrauner oder grauer Farbe, zelliger Structur und rauh beim Anfühlen, wie alle Dolomite. Nur selten zeigt er sich oolithisch, meist ist der Bruch splitterig oder selbst breccienartig, und die zellenartigen Höhlungen in seinem Inneren sind meist ungleich, länglich, der Schichtfläche nach gestreckt. Zuweilen sind diese Zellen mit bräunlichem Pulver ausgefüllt. Die Mächtigkeit der Schichten richtet sich ganz nach der Menge und Größe der darin entwickelten Zellenräume, so daß man glauben sollte, diese hätten den Kalkteig wie durch eine Art Gährung in die Höhe getrieben. Da wo die Rauchwacke compact, oolithisch oder splitterig ist, und keine oder nur sehr wenige Zellen hat, zeigt sie nur 1 bis 2 Meter Mächtigkeit; während bei sehr zelliger Beschaffenheit sie 15 bis 16 Meter haben kann, da zuweilen sogar Zellen von einem Meter Durchmesser sich finden.

§. 393. Ueber der Rauchwacke liegt noch eine Schichtenfolge mannichfach ver-

Digitized by Google

änderter Kalksteine, welche in ihren unteren Lagen sich als ein leicht zerreiblicher, pulveriger, dolomitischer Kalk darstellen, der im Mansfeldischen unter dem Namen Asche bekannt ist. Es ist ein Pulver von krystallinischem Ansehen, das Stücke von Rauchwacke und von dem überliegenden Stinkkalke enthält, zuweilen schieferig wird und dann den Namen Schaumschiefer trägt und offenbar einen Detritus darstellt, der sich im Wasser unvollständig cämentirt hat. Die Asche geht durch allmähliche Uebergänge in den Stinkstein über, einen schwarzgrauen oder gelbgrauen Kalk, der beim Zerschlagen einen ziemlich starken, stinkenden Geruch entwickelt, viel Bitumen und Nieren von Dolomit und Rauchwacke enthält und in seinen oberen Lagern mit bedeutenden Schichten von Gyps abwechselt, in welchem zwar kein Steinsalz mehr gefunden wird, der aber nichts desto weniger dessen enthalten haben mag, da viele ausgewaschene Höhlungen in ihm vorkommen (sogenannte Schlotten) und auch einige Salzquellen noch jetzt in diesem Gypse zu Tage kommen. Der Gyps enthält außerdem mancherlei Mineralien, namentlich Eisenoxydhydrat, und ganz auf der Höhe der Formation findet sich oft ein graublauer Mergel oder Letten, der Nieren und Concretionen von Dolomit und Gyps enthält.

§. 394. Das Ansehn der gesammten Formation, welche sich mit den angegebenen Charakteren in Deutschland findet, zeigt eine große Mannichfaltigkeit der mineralogischen Beschaffenheit bei geringer Mächtigkeit, und die Menge bituminöser und schwefeliger Stoffe, die Dolomite, die zelligen Höhlen u. s. w. zeigen, wie schon oben bemerkt, daß die chemischen Processe zu der damaligen Zeit eine große Bedeutung erreicht hatten. Indeß darf man wohl auch nicht zu weit in der Schätzung dieser Phänomene gehen und die Armuth der Formation an Fossilien einzig diesem Umstande zuschreiben.

§. 395. Das permische System ist in Deutschland an mehren Punkten ziemlich bedeutend entwickelt, nimmt aber nur geringen Raum auf den geologischen Karten ein, da es nur in schmalen Streifen zu Tage kommt, indem es sogleich von den neueren Schichten überdeckt wird. Es tritt namentlich in der Umgebung des Odenwaldes und Taunus, des Harzes und Erzgebirges, des Riesengebirges und Böhmerwaldes in einzelnen schmalen Streifen hervor, die, obgleich häufig unterbrochen, dennoch in ihrer Gesammtheit eine gewisse Continuität ahnen lassen und zeigen, daß das System bedeutende Strecken in der Tiefe erfüllt, aber, von den nachfolgenden Schichten überdeckt, nur im Contacte mit den Gebirgen, welche die Schichtenfolge durchbrechen, zu Tage kommt. An allen diesen Orten besteht es hauptsächlich aus Roth-Liegendem. Der Zechstein zeigt sich hauptsächlich in zwei schmalen Linien, die eine längs dem Südrande des Harzes, die andere am Nordrande des Thüringerwaldes.

396. In England findet sich das System mit Charakteren wieder, die durch-

Digitized by Google

aus denen von Deutschland ähnlich sehen, und zwar hauptsächlich längs dem Ostrande des großen Kohlenzuges, der England von Süd nach Nord durchschneidet.

Unmittelbar auf dem englischen Kohlensandsteine und auf dem Millstone grit liegen ziemliche mächtige Schichten eines rothen grobkörnigen Sandsteines oder selbst dickklumpigen Conglomerates, das eine thonige Grundmasse hat, die zuweilen sich so entwickelt, daß der Sandstein in förmliche Thonlager sich umwandelt. Meist enthalten diese Conglomerate eine große Menge von Fragmenten der in der Nähe anstehenden älteren Gesteine und sind, wie in Thüringen, mit porphyrischen Gesteinen vergesellschaftet, die sich in ganz ähnlicher Weise zeigen, wie im Mansfeldischen. Die Conglomerate bilden die unteren Schichten des rothen Todtliegenden in England; die höheren Lager sind meist feinkörniger und mit Thonen gemengt.

Auf diesen Sandsteinen liegen schieferige Mergel und dunkelschwärzliche Schieferthone, die meist bituminös sind, hie und da auch magere unreine Kohlenlager zeigen, und in ihrem ganzen Verhalten sehr den thüringischen Kupferschiefern gleichen, nur mit dem Unterschiede, daß sie keine Kupfererze enthalten. Man findet darin dieselben Fischabdrücke, wie in den Kupferschiefern, und es ist kein Zweifel, daß sie diesen assimilirt werden müssen.

Diesen Thonschiefern folgen dann mächtige Schichten eines hellgrauen, dolomitischen Kalksteines von zelliger Structur, bald mehr compact, bald erdig, gemengt mit unregelmäßigen Schichten reinen Kalksteines, der keine Bittererde enthält, und mit Lagern sandigen Dolomites von gelber oder röthlicher Farbe, der zuweilen schieferig wird und Platten bildet. Dies ist der Magnesian limestone der Engländer, der nur sehr wenig Fossilien enthält, wie die bittererdehaltigen Kalke im Allgemeinen, oft eine Mächtigkeit von 300 Metern und mehr erreicht, und ohne Zweifel dem Zechsteine, der Rauchwacke und der ganzen Folge dolomitischer Kalksteine, die sich in Deutschland finden, parallelisirt werden muß.

§. 397. In den Vogesen findet sich das permische System in ziemlicher Ausdehnung längs der centralen Massen des Gebirges auf beiden Abhängen, und zwar in Form zweier verschiedener Sandsteine, deren unterster dem rothen Todtliegenden entspricht, während der oberste eine eigene Formation bildet, die über dem Zechstein ihre Stelle einnimmt und unmittelbar vor den triasischen Gebilden hergeht. Dies ist der Vogesensandstein, der in ähnlicher Weise, wie in den Vogesen, auch in dem Schwarzwalde entwickelt ist. Vielleicht auch, daß beide Gebilde, der Vogesensandstein und der Zechstein, äquivalente Formationen sind, und daß zu derselben Zeit, wo im Norden Deutschlands der Zechstein sich absetzte, im Süden der Vogesensandstein sich ausbildete.

Digitized by Google

Die älteren Formationen sind nur in einzelnen Fetzen hie und da in den Vogesen entwickelt und die Hauptmassen der Gehänge zu beiden Seiten werden von rothen Sandsteinen gebildet, welche unten Conglomerate bilden, zwischen denen sich Porphyre ergossen haben, die zuweilen in prismatischen Säulen abgesondert sind. Offenbar entsprechen diese Schichten dem rothen Todtliegenden, sie sind namentlich auf der Nord- und Nordwestseite der Vogesen in Form eines mehr zusammenhängenden Gürtels entwickelt, während im Süden und Osten dieser Gürtel mannichfach zerrissen und zerstückt ist durch tiefe Querthäler, welche bis zu dem ungeschichteten Centralkerne reichen.

§. 398. Auf dem rothen Todtliegenden findet sich nun ein anderer Sandstein von feinem, meist eckigem, krystallinischem Korne, dessen Bruchflächen lebhaft in der Sonne glänzen und spiegeln, mit wenig zerstreuten Glimmerblättchen und von lebhaft ziegelrother Farbe, die zuweilen in's Violette oder Braune übergeht und oft mit Grün abwechselt. Die Schichten sind unter einander durch Größe ihrer eckigen Quarzkörner, durch mehr oder minder bedeutende Entwickelung des thonigen, eisenhaltigen Bindemittels verschieden, und hie und da finden sich sogar Puddinge und Conglomerate, welche ihrer Härte wegen längs den Thalwänden vorspringende Reifen bilden. Die Schichtung dieses Sandsteines ist im Allgemeinen dem rothen Todtliegenden parallel, und die Unterscheidung ist in den Vogesen, sowie im Schwarzwalde nur durch die mineralogischen Charaktere bedingt, wo denn namentlich die besondere Häufigkeit thoniger Schichten in dem rothen Todtliegenden in's Auge zu fassen ist.

Der Vogesensandstein, in dem man noch keine Fossilien entdeckt hat, findet sich in ganz ähnlichen Verhältnissen in dem Schwarzwalde, vielleicht auch in England an einigen Stellen, wo man ihn noch nicht von den unterliegenden Gebilden getrennt hat. So kommen in der Nähe von Liverpool Schichten eines rothen Sandsteines vor, die, ihrer Lage nach, wahrscheinlich den Schichten der Vogesen entsprechen.

§. 399. In Rußland ist das permische System namentlich in der neuesten Zeit in ungeheurer Ausdehnung zwischen dem Kohlenkalke des westlichen Rußlands einerseits und dem Ural andererseits nachgewiesen worden, und der von dem Gouvernement] Perm entnommene geographische Name ist ohne Zweifel dem früheren vorzuziehen. Murchison, de Verneuil und Graf Keyserling haben namentlich durch die Fossilien, welche sie in diesen Schichten entdeckten, die Analogie dieser Gesteine mit dem Zechsteine Deutschlands nachgewiesen. Das System besteht hier aus alternirenden Schichten von Gyps, Mergel, Kalksteinen, rothen Sandsteinen und Conglomeraten, unter

Digitized by Google

welchen im Allgemeinen die Sandſteine überwiegen. Alle dieſe Schichten liegen faſt völlig horizontal in normaler Stellung, ſo wie ſie ſich in dem Becken abſetzten, ſie gehen nach oben allmählich völlig in einen rothen Sandſtein über, deſſen Analogie mit dem Vogeſenſandſtein wohl nicht zu verkennen iſt. Auffallend iſt es, daß auch in dieſen Schichten ſchwefelige Kupfer- und andere Metallerze, ſowie Steinkohlenablagerungen von geringem Werthe eine bedeutende Rolle ſpielen, ein Beweis, daß auch dieſe Schichten unter demſelben Einfluſſe chemiſcher Verhältniſſe ſich abgeſetzt haben, wie die Schichten des Kupferſchiefers im nördlichen Deutſchland.

Unter den Foſſilien des permiſchen Syſtemes verdienen beſonders aufgeführt zu werden: §. 400.

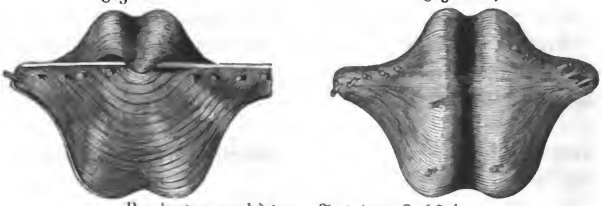
Cyathophyllum profundum.
Fenestella anceps, antiqua.
Encrinites ramosus.
Terebratula elongata, Schlotheimii.
Spirifer undulatus, cristatus.
Chonetes sarcinulata.
Productus horridus, Fig. 151 u. 152., Cancrini.
Modiola Pallasi.
Avicula keratophaga, antiqua.
Trochus antrinus.
Limulus oculatus.
Janassa angulata
Acrodus larva (Dictaea striata), Fig. 153.
Palaeoniscus Freieslebeni, comtus.
Platysomus gibbus.
Acrolepis Dunkeri.
Pygopterus Humboldti.
Protorosaurus Speneri.

Die Fauna des permiſchen Syſtemes fällt den vorhergehenden Syſtemen gegenüber durch eine ungemeine Armuth an Foſſilien auf, und wenn gleich die neueren Entdeckungen in Rußland, wo die Schichten noch in ihrer urſprünglichen Lage ſich befinden, die Zahl der bekannten Petrefacten um mehr als das Dreifache vermehrt haben, ſo bleibt dennoch eine große Seltenheit von Foſſilien. Polypen ſind nur ſelten; Steinpolypen, welche Corallenbänke bilden, ſind gar nicht vorhanden; von Crinoideen nur unbedeutende Bruchſtücke aufgefunden; Auſterbänke wurden noch nicht gefunden; die wenigen Muſchelarten, welche die permiſchen Meere bevölkerten, ſind meiſt ebenſo einſam und zerſtreut, als die Polypen. Die Brachiopoden allein erſcheinen in größerer Zahl und von Bedeutung. Die Producten hören mit dem permiſchen Syſteme auf; alle diejenigen, welche ſich in dieſem Syſteme finden, zeigen Stacheln auf der Oberfläche. Die Natur dieſer Stacheln iſt noch nicht gehörig ergründet; es ſind hohle Röhren, die zuweilen wie gegliedert erſcheinen, deren Zweck und Beſtimmung aber unermittelt iſt. Eine beſonders charakteriſtiſche Art, die überall den Zechſtein und den Magnesian limestone der Engländer bezeichnet, iſt der Pro- §. 401.

Digitized by Google

ductus aculeatus (horridus). Die Gasteropoden und die Kopffüßler sind ebenso selten an Individuen, als an Arten; die Trilobiten fehlen durchaus und scheinen durch Crustaceen anderer Art, nämlich durch limulusartige Geschöpfe, ersetzt.

Fig. 151. Fig. 152.



Productus aculeatus. Aus dem Zechstein.

§. 402. Die Fische des permischen Systemes zeichnen sich vor den anderen Fossilien sehr aus und scheinen auch, an einigen Orten wenigstens, in großer Anzahl vorhanden. Ein berühmter Fundort ist der Kupferschiefer des Mansfeldischen, wo mannichfache Arten von Paläonisken namentlich und Platysomen gefunden werden. Die Aehnlichkeit dieser Fische mit den Lepidoiden der Kohlenformation, namentlich mit den Paläonisken der Binnenmulden, und die Gegenwart von Kohlenablagerungen in dem Mansfeldischen ließ lange diese Gebilde mit denen von Saarbrück parallelisiren, bis ein genaueres Studium der Eigenthümlichkeiten nachwies, daß die Paläonisken des Kupferschiefers durchaus von denen des Kohlensandsteines durch prägnante Art-Charaktere unterschieden seien. Im Uebrigen haben die Fische des permischen Systemes viele Aehnlichkeit mit denjenigen der Kohlenzeit; die Cestracioten sind durch analoge Arten vertreten, von denen wir eine, die für den Zechstein charakteristisch erscheint, hier abbilden; die Sauroiden zeigen nicht einmal ein neues Geschlecht, sondern nur verschiedene Arten, und die Cölacanthen sind ebenfalls nur durch wenige eigenthümliche Arten vertreten.

Fig. 153.

Zahn von Acrodus larva (Dictaea striata). Von Richelsdorf und Thalitter.

§. 403. Das permische System ist das einzige unter den paläozoischen Systemen, welches Reste von Reptilien aufzuweisen hat, die durch ihre Charaktere manche auffallende Eigenthümlichkeit zeigen. Das einzige bekannte Geschlecht ist der Protorosauraus aus den Kupferschiefern von Mansfeld, wo seine Knochen in Gemeinschaft mit den Fischresten vorkommen. Diese Reptilien glichen in ihrer Größe und Gestalt den Monitoren oder Warneidechsen; sie hatten lange, dünne, cylindrische Zähne, die in abgesonderten Alveolen

Digitized by Google

in die Zahnhöhlen eingepflanzt waren, und bilden somit einen merkwürdigen Uebergang zu den krokodilartigen Reptilien, die einzig unter den jetztlebenden Thieren dieser Klasse eingepflanzte Zähne haben.

Die paläozoische Gruppe im Allgemeinen.

§. 404. Aus den Verhältnissen der Pflanzen- und Thierformen, welche in den paläozoischen Perioden lebten, lassen sich mehre für die speculative Geologie sehr wesentliche Schlüsse ziehen, auf welche wir hier nur im Vorbeigehen aufmerksam machen können, uns vorbehaltend, später in einem Gesammtbilde die physische und organische Conformation einer jeden geologischen Epoche zusammenzufassen.

Vor allen zeigt die Fauna und Flora jedes einzelnen Systemes eine auffallende Gleichförmigkeit in ihrer Ausbreitung über die Erde. Wo man auch paläozoische Gebilde nachgewiesen haben mag, in Europa oder Asien, Amerika oder Australien, an dem Cap der guten Hoffnung, wie an der Melvilles-Insel oder in Bolivien, überall treten Thiere und Pflanzen in denselben Arten auf, und nur hie und da giebt es einzelne, einer besonderen Gegend eigenthümliche Arten, während die Mehrzahl der Species durchaus gleichförmig über die ganze Erde verbreitet ist. Diese ausgebreitete Vertheilung derselben Pflanzen und Thierformen über die verschiedensten Zonen ist um so auffallender, wenn man sie mit den jetzigen Verhältnissen der Verbreitung der organischen Wesen vergleicht. Während wir jetzt streng abgesonderte Zonen besitzen, die ihre eigenthümlichen Faunen und Floren aufzeigen, während jedes Land, nicht nur seiner geographischen Lage und den dadurch bedingten klimatischen Verhältnissen nach, sondern auch je nach den verschiedenen Höhen und der verschiedenen Conformation seines Reliefs durchaus für sich bestehende Pflanzen und Thierformen besitzt, so zeigte sich in der paläozoischen Periode gerade das Gegentheil, und es darf daraus geschlossen werden, daß nicht nur die Klimate auf der Erde zu der damaligen Zeit keine wesentlichen Unterschiede zeigten, Pole und Aequator vielmehr dieselben klimatischen Verhältnisse darboten, sondern auch, daß das Relief des Bodens überhaupt so ziemlich dasselbe war auf allen Theilen der Erde.

§. 405. Es fragt sich, wie diese Gleichförmigkeit des Klima's auf der Erde zu erklären sei, und diese Frage hat in der That die Geologen nicht wenig beschäftigt. Man hat geglaubt, dieselbe durch eine veränderte Lage des Aequators und der Pole erklären zu können, indem man annahm, daß die Stellung der Erde zur Sonne eine andere gewesen sei. Allein man braucht nur die Vertheilung der verschiedenen Punkte, auf welchen das paläozoische System bis jetzt nachgewiesen worden, in's Auge zu fassen, um sich zu überzeugen, daß es vollkommen unmöglich ist, einen Aequator so zu legen,

Digitized by Google

daß alle diese Punkte in einem tropischen Klima sich befanden und somit zur Erzeugung der Fauna und Flora jener Epoche tauglich waren.

Man könnte freilich hier einwerfen, daß zur Erzeugung organischer Wesen, welche denjenigen der paläozoischen Gruppe analog sind, keine eigentlichen tropischen Klimate gehören, indem auf den Hochebenen und an den Bergabhängen Südamerika's, sowie auf Neu-Seeland, noch baumartige Farrenkräuter ebenso gut gedeihen, als in den tiefer gelegenen Gegenden, während doch die mittlere Jahrestemperatur dieser Oertlichkeiten nicht über 4 bis 10 Grade erhaben ist. Die Flora der Kohlenperiode also, mit ihren baumartigen Farren und Monocotyledonen hätte ebenso gut in einem solchen sehr gemäßigten Klima fortkommen können, als in einer weit heißeren Temperatur.

§. 406. Dieser Einwurf indeß bestärkt nur die totale Zurückweisung einer Annahme, welche die Lage des Aequators ändern läßt, und somit die kälteren Klimate etwa in die jetzige Südsee, und die heißeren Tropen in einen durch die Pole geschlungenen Gürtel verlegt. Die jetzigen Klimate auf der Erde unterscheiden sich in der That weit weniger durch die Hitze, welche im Sommer herrscht, als vielmehr durch die Kälte des Winters und der Nächte. Ein der Sonne ausgesetztes Thermometer wird in Petersburg in den heißen Sommertagen nicht viel unter dem Hitzegrade bleiben, welchen es an dem Aequator anzeigen würde, während die Differenz im Winter ungemein groß sein wird. Wenn man die Oscillationen der Temperatur an den verschiedenen Localitäten in Gestalt von Linien darstellt, so erscheinen die Wellenbiegungen der so gezeichneten Curven nur sehr gering in den Tropengegenden, während an den Polen sie ungemein weit ausgezogene Zickzacklinien darstellen. Die durch die Lage der Erdaxe und des Aequators bedingten Klimate unterscheiden sich also gerade durch die ungleiche Vertheilung der Temperatur während der Zeit eines ganzen Jahres und die davon abhängenden Verschiedenheiten der Floren würden nicht existiren, sobald man an den Polen dieselbe Sommerhitze, welche nur eine sehr kurze Zeit andauert, während des ganzen Jahres forterhalten könnte. Die ungleiche Vertheilung des Lichtes kommt hier zwar auch in Betracht, aber doch weit weniger, als die der Wärme, und die Erfahrung hat bewiesen, daß trotz der fast halbjährigen Nacht in Archängel in den dortigen Gewächshäusern auch Pflanzen der südlichen Zone vollkommen gut gedeihen. Die Veränderung der Lage des Aequators, welche man hat annehmen wollen, würde demnach keine anderen Folgen haben, als die, daß die jetzt an den Polen herrschenden ungemein großen Oscillationen der Temperatur an andere Stellen versetzt und die gleichförmigen Schwankungen der Tropentemperaturen in andere Localitäten verlegt würden. Die gesammte Temperatur der Erde aber würde durch solche Abänderung der Lage der Erdaxen nicht verändert werden und

Digitized by Google

nie ein gleichförmiges Klima über die ganze Erde verbreitet werden, wie es doch durch die paläozoische Flora und Fauna geboten ist.

§. 407. Wir sind demnach gezwungen, anzunehmen, daß die gleichförmige Temperatur, welche zur paläozoischen Zeit auf der Erde herrschte, durch andere Umstände bedingt war, als durch den Einfluß der Sonne, und daß diese Verhältnisse mächtig genug waren, um die jetzt an den Polen herrschenden erkältenden Ursachen aufzuheben und auf diese Weise eine gleichförmige Temperatur auf der ganzen Erde herbeizuführen. Offenbar muß in der Erde selbst der Grund zu dieser Gleichförmigkeit gesucht werden, und in der That ergiebt sich dieser Zustand von selbst aus den im ersten Kapitel angestellten Untersuchungen über die innere Erdwärme. Wie schon oben angeführt wurde, sind zwar die aus den Berechnungen erhaltenen Zahlenresultate nicht unumstößlich genau, da die Elemente, worauf sie beruhen, einiger Modificationen fähig sind; allein sie sind immer genau genug, um Schlüsse zu erlauben, deren Richtigkeit wohl nicht angefochten werden kann.

§. 408. Die Oberfläche einer erhitzten Kugel verliert im Anfange ihrer Erkältung mehr Wärme, als der innere Kern, sie erkaltet deshalb schneller, und bald dreht sich das Verhältniß in der Art um, daß der Kern verhältnißmäßig mehr Wärme verliert, als die Oberfläche. Zu einer gewissen Zeit muß demnach ein Gleichgewichtsmoment stattfinden, wo Kern und Oberfläche gleichviel Wärme verlieren. Bei der Erde trat, den vorhandenen Berechnungen zufolge, dieser Moment zu einer Zeit ein, wo die Wärmezunahme auf jeden Meter Tiefe $1^{0},689$ C. betrug. Der Boden, dessen Temperatur jetzt etwa der mittleren Temperatur der Luft gleich ist, war damals um $1^{0},597$ C. wärmer als diese, und die Wärmeausströmung, welche in unserer Zeit eine Schicht von etwa 6 Millimeter Eis auf der Oberfläche des Bodens im Jahre schmilzt, würde zu jener Zeit mächtig genug gewesen sein, etwa einen Fuß Eis im Jahre zu schmelzen.

§. 409. Die directe Erhöhung der Klimate um anderthalb Grade durch die innere Erdwärme etwa würde demnach nicht hingereicht haben, um nur in unseren Gegenden eine tropische Bodentemperatur hervorzubringen, und auch die stattfindende Schmelzung von einem Fuß Eis an der Erdoberfläche würde nicht bedeutend genug gewesen sein, um die Bildung des Polareises vollständig zu verhindern, obgleich sie jedenfalls bedeutend zu der Verminderung dieser Kälteursache würde beigetragen haben. Der directe Einfluß der Erdwärme würde demnach in dem angegebenen Zeitpunkte, der wohl noch vor die Bildung der ersten Sedimentgesteine fällt, nicht hingereicht haben, um den Einfluß der Sonne auf Erzeugung der verschiedenen Klimate aufzuheben oder verschwindend klein zu machen.

§. 410. Anders aber verhält es sich mit den indirecten Folgen dieser Verhältnisse. Bei einer Wärmezunahme von $1^{0},689$ C. auf den Meter Tiefe,

Digitized by Google

mußte in tausend Metern Tiefe schon eine Temperatur von 1689 Graden, d. h. eine Temperatur herrschen, welche die meisten Felsarten in breiig weichem Flusse erhält, und die feste Erdrinde konnte demnach damals höchstens 1000 Meter Dicke haben. In hundert Metern Tiefe schon war die Bodentemperatur höher als der Siedepunkt des Wassers, während jetzt, bei einer mittleren Wärmezunahme von einem Grade auf 30 Meter etwa, man eine Dicke der Erdrinde von 3000 Metern durchsenken muß, um den Siedepunkt des Wassers zu erreichen. Heiße Quellen, oder vielmehr Quellen von Wasserdampf, gleich dem Geiser in Island, mußten demnach in großer Anzahl auf der Oberfläche der Erde existiren. Ist es ja doch eine ganz gewöhnliche Erscheinung, Quellen zu finden, welche etwa drei Grade über der mittleren Bodentemperatur zeigen, die somit aus etwa 90 Metern Tiefe kommen, und mithin zu damaliger Zeit kochende Quellen gewesen wären. Alle, auch nur aus geringer Tiefe kommenden Wasser mußten eine bedeutende Wärme besitzen, und deshalb auch eine weit größere Menge von Wasserdampf erzeugen, als jetzt der Fall ist.

§. 411. Auch die Wärme der Meere mußte unter solchen Bedingungen bedeutend erhöht werden. Die Tempetratur des Meeres in den heißen Gegenden sinkt sehr schnell in die Tiefe hinab und stellt sich bald auf einen permanenten Punkt, welcher einerseits durch das kalte Wasser, das vermöge seiner specifischen Schwere zu Boden fällt, und andererseits durch die aus dem Boden ausströmende Wärme bedingt wird. In unserer Zeit ist diese letztere Wärmequantität nur unbedeutend; damals betrug sie, wie oben bemerkt, um so mehr, je tiefer das Meer war, und man wird wohl ohne Uebertreibung annehmen können, daß in den Becken jener Zeit ein Wasser sich befand, dessen mittlere Temperatur etwa 30 Grade betrug; eine Annahme, die bei der schnellen Wärmezunahme in der Tiefe gewiß nur sehr mäßig erscheinen kann, selbst wenn man annehmen wollte, daß die Meere jener Zeit nicht so tief, als die unsrigen waren. Ein Meer von 30 Grad Wärme giebt aber nicht nur eine ungemeine Menge von Wasserdampf ab, sondern es hat auch eine weit größere specifische Leichtigkeit und somit auch eine viel bedeutendere Beweglichkeit seiner kleinsten Theile, so daß Strömungen, durch Temperaturunterschiede bedingt, weit leichter und intensiver sich ausbilden und eine gleichförmige Mischung des verschieden gewärmten Wassers sehr schnell herbeigeführt wird.

§ 412. Ein Beispiel der Wirkung solcher Strömungen in dem Meere haben wir an dem Golfstrome, der längs der östlichen Küste Amerika's nach Norden geht. Die Eisdecke, welche den Nordpol umgiebt, zeigt eine bedeutende Lücke an dem Orte, wo der Golfstrom auftrifft, und das Meer um Spitzberg ist nur aus diesem Grunde nicht mit ewigem Eise bedeckt. Statt eines warmen Stromes, der aus einem Meeresbecken entsteht, welches nur an

Digitized by Google

ſeiner Oberfläche bis zu einigen und 20 Graden erhitzt iſt, braucht es nur eines Stromes von einem Becken, deſſen ganze Maſſe auf etwa denſelben Wärmegrad erhitzt iſt, um das Polareis gänzlich zu ſchmelzen und dem Meere unter den Polen eine Temperatur mitzutheilen, welche von derjenigen unter dem Aequator nicht ſehr verſchieden iſt. Es iſt demnach nicht ſchwierig, einzig aus dieſer größeren Wärme des Meeres die gleichmäßige Vertheilung der marinen Pflanzen und Thiere auf der ganzen Oberfläche der Erde zu begreifen, da jeder erkältende Einfluß, welcher die Pole betraf, unmittelbar eine intenſive Strömung und Gegenſtrömung bedingen mußte, wodurch das erkältete Waſſer weggeführt wurde und warmes an ſeine Stelle kam.

§. 413. Daß eine ſolche erhöhte Temperatur der Meere den bedeutendſten Einfluß auf die Bodenwärme in der Nähe der Küſten haben mußte, verſteht ſich von ſelbſt. Allein auch im Inneren der, freilich nur wenig ausgedehnten Continente, die vielmehr nur Inſeln im Meere darſtellten, mußte eine bedeutende Erhöhung und Vergleichung der Temperatur durch die große Menge von Waſſerdampf, der ſich in der Luft befand, erzeugt werden. Es iſt bekannt, daß die Oscillationen der Temperatur an den Küſten weit unbedeutender ſind, als auf dem Feſtlande; Inſeln haben ſtets ein weit gleichförmigeres Klima, als unter gleichen Breiten gelegene Localitäten der Continente. Die Luft war, durch die bedeutende Menge von Waſſerdampf, den die heißen Quellen und das warme Meer lieferten, vollkommen geſättigt, und die Landpflanzen fanden deshalb ſtets jene Feuchtigkeit, die noch jetzt auf den Inſeln mehr Farren erzeugt, als im Inneren des Feſtlandes. Die geringſte Aenderung der Temperatur in der Luft mußte demnach Niederſchläge dieſes Waſſerdampfes als Nebel und Regen veranlaſſen. Sobald die Sonne den Horizont verließ, ſo ſchlugen die Waſſerdämpfe ſich nieder und die Pole erſchienen deshalb während der Polarnächte beſtändig in einen dicken Nebel gehüllt. Nun iſt es aber bekannt, wie ſehr die Gegenwart von Nebel oder Wolken gegen die Ausſtrahlung der Wärme des Bodens ankämpft, und man benutzt dieſe Erfahrung ſogar in praktiſcher Hinſicht bei dem Garten- und Landbaue mit vielem Vortheil. Die Ausſtrahlung gegen den heiteren Himmel iſt es, welche meiſt den Froſt und das Erfrieren der Pflanzen verurſacht, und um ſie zu verhindern, ſucht man in manchen Gegenden beim Anbruche der Nacht eine Wolken- oder Rauchſchicht über den durch den Froſt bedrohten Pflanzen zu erzeugen, um ſie durch dies einfache Dazwiſchenſchieben einer undurchdringlichen Schicht zu retten.

§. 414. Dieſe Einhüllung der Pole in dichte Dunſtmaſſen, welche jede Wärmeausſtrahlung verhinderten, die lebhafte Zuſtrömung warmen Waſſers in dem Meere und die Menge der heißen Quellen, welche aus dem Boden ſprudelten, machten gleichſam aus ihnen ein ungeheures Gewächshaus, das

Digitized by Google

mit heißem Waſſer gewärmt war, deſſen Glasfenſter durch Nebelmaſſen gebildet wurden. Es läßt ſich auf dieſe Weiſe, durch indirecte Folgen der beſtehenden Verhältniſſe der inneren Erdwärme, leicht erklären, warum zur paläozoiſchen Zeit eine ſolche Gleichförmigkeit der klimatiſchen Verhältniſſe exiſtiren mußte. Daß dieſelbe auch in Hinſicht des Bodenreliefs beſtand, iſt leicht erſichtlich; es konnten bei der Dünne und leichten Biegſamkeit der Erdrinde keine bedeutenden Berge und Thäler beſtehen, ſondern nur geringe wellenförmige Einbiegungen, die von keiner Bedeutung waren.

§. 415. Die Temperatur des Aequators war demnach, aller Wahrſcheinlichkeit nach, zur paläozoiſchen Zeit nicht viel oder nur um einige wenige Grade höher, als jetzt, während die an den Polen wirkenden erkältenden Urſachen aufgehoben, und an die Stelle eines vereisten Meeres eine See von tropiſcher Temperatur, an die Stelle eines gefrorenen Bodens eine durch warme Quellen und Flüſſe geheizte Erde getreten war, und die Waſſerdämpfe, welche jetzt an den Polen in feſter Geſtalt ſich niederſchlagen, damals nur als Nebel in der kalten Zeit ſich condenſirten.

§. 416. Die bedeutende Menge von Waſſerdampf, welche zur paläozoiſchen Zeit in der Atmoſphäre exiſtiren mußte, bedingt wohl eine verhältnißmäßige Vermehrung der luftförmigen Hülle, und mit dieſer Vergrößerung der Atmoſphäre auch eine Vermehrung der Wärme, die indeß nicht ſo bedeutend geweſen ſein kann, als man vielleicht zu glauben geneigt ſein könnte. Bekanntlich ſtrahlen die Schichten der Atmoſphäre nicht ſo viel Wärme aus, als ſie einlaſſen, und auf dieſem Grunde beruht der Umſtand, daß die Wärme der Luft um ſo größer iſt, je näher ſie an der Oberfläche der Erde ſich befindet, je mehr Luftſchichten mithin der Wärmeſtrahl durchdrungen hat. Eine größere Atmoſphäre zieht demnach eine verhältnißmäßige Vermehrung der Wärme nach ſich, die indeß in dem Falle, der uns hier beſchäftigt, nicht bedeutend genug ſein konnte, um eine weſentliche Veränderung in den klimatiſchen Verhältniſſen nach ſich zu ziehen.

§. 417. Die eigenthümlichen Verhältniſſe der inneren Erdwärme zu der feſten Rinde des Erdkörpers ſelbſt, welche aus den oben entwickelten Thatſachen hervorgehen, ſcheinen beſonders auf die ſo häufige Ausbildung des Metamorphismus in den älteren Schichten einen überwiegenden Einfluß gehabt zu haben, und es verdienen dieſe Erſcheinungen, die ſpäter in ihrem Zuſammenhange dargeſtellt werden ſollen, wenigſtens einer kurzen Erwähnung.

Wie ſchon bei der vorhergehenden Beſchreibung der älteren Geſteine hervorgehoben wurde, finden ſich die Schichten nur an wenigen Orten in dem Zuſtande wieder, in welchem ſie urſprünglich abgelagert wurden, ſondern meiſt verändert mehr oder minder kryſtalliſirt, zuweilen ſelbſt geſchmolzen und überall mit Erſcheinungen, welche längere, anhaltende Einwirkung einer bedeutenderen Wärme zu beweiſen ſcheinen, ſowie auch verſchiedener

Digitized by Google

chemischer Actionen, deren genauere Definirung freilich vor der Hand noch sehr unvollständig bleiben muß. Betrachtet man die Verhältnisse genauer, so zeigt sich, daß man alle diese Erscheinungen von nachfolgenden Veränderungen ursprünglich in anderer Gestalt abgelagerter Schichten in zwei große Gruppen theilen kann, je nach der Art der Einwirkung der verändernden Ursachen.

§. 418. In dem einen Falle erscheinen die metamorphischen Umwandlungen in der Nähe vulcanischer Ausbrüche, verbunden mit Hebungen, Durchbrüchen und Injectionen plutonischer Massen und offenbar abhängig von localen Einwirkungen feuerflüssiger Massen. Man kann diese Gruppe von Erscheinungen mit E. de Beaumont unter dem Namen des zufälligen Metamorphismus zusammenfassen. Ihre Würdigung wird an einem andern Orte ihre Stelle finden.

Als eine zweite Gruppe könnte man aber eine Reihe von Erscheinungen als normalen Metamorphismus unterscheiden und den Grund dieser Gruppe in wenig Worten hier anzudeuten, dürfte um so zweckmäßiger sein, als gerade nur in den älteren Gesteinen dieser normale Metamorphismus vorzugsweise auftritt.

§. 419. Es geht aus den oben mitgetheilten Thatsachen hervor, daß zu einer Zeit, wo schon organisches Leben auf der Erde bestehen konnte, man schon in einer Tiefe von 1000 Metern eine Temperatur erreichte, welche hinlänglich war, um die meisten Gesteine in feurigem Flusse zu erhalten, und daß die Erdrinde mithin damals kaum 1000 Meter Dicke haben konnte.

Ebenso geht aus der Anhäufung der Kohlenschichten, den Polypen, Korallen und Muschelbänken der paläozoischen Meere und vielen anderen Thatsachen mit Gewißheit hervor, daß die Meere, worin sich die paläozoischen Gesteine absetzten, nur eine geringe Tiefe hatten und der Boden sich graduell senkte. Nun haben aber die paläozoischen Schichten im Ganzen genommen, einige 1000 Meter Dicke, und offenbar genügte schon die Schwere eines nur wenig tiefen Beckens, den Grund desselben einzubiegen. Jede neu sich absetzende Schicht mußte, bei der verhältnißmäßig so unbedeutenden Dicke der Erdrinde, diese nach innen einbiegen und somit dem glühenden Kerne näher bringen. Die Folgen einer solchen Annäherung sind leicht einzusehen. Schon consolidirte Massen kamen durch solche Einbiegungen auf's Neue in die Tiefe, wo sie einer bedeutenden Hitze lange Zeit hindurch ausgesetzt wurden, und während sie in dieser Isotherme der feurigen Weichheit sich befanden, wurde ihre Textur natürlich umgewandelt. Die stete successive Einsenkung der paläozoischen Meeresbecken, welche aus der Würdigung der fossilen Flora und Fauna dieser Schichten sich als nothwendige Folgerung ergiebt, steht demnach im schönsten Einklange mit den geognostischen Erscheinungen, die sich in den Gesteinen selbst wahrnehmen

Digitized by Google

lassen. Je bedeutender irgendwo eine solche Einbiegung war, die ein paläozoisches Becken hervorrief, desto mehr der schon abgesetzten Schichten wurden in die Nähe der feurigen Flüssigkeit gebracht und dort in ihrer Zusammensetzung und Structur verändert. Daß aber eine erhöhte, lange anhaltende Wärme die Molecularbewegungen selbst in den starrsten Körpern bedeutend erhöht, und daß selbst in den festen Körpern, wie z. B. im Glase oder Eisen, auch in gewöhnlicher Temperatur die Molecule eine gewisse Beweglichkeit besitzen, wodurch sie sich in anderer Weise gruppiren, als sie anfangs waren, ist bekannt genug. Um eine paläozoische Schicht durchaus in ihrer Structur zu ändern, genügt aber sicher schon eine verhältnißmäßig geringe Hitze, wenn wenn sie nur lange genug anhält, und in dieser letzteren Beziehung führen die Berechnungen, die oben mitgetheilt wurden, zu Zeiträumen, die wahrlich unglaublich scheinen, und jedenfalls für solche Einflüsse hinlänglich ausgedehnt erscheinen. Der Metamorphismus vieler älteren Schichten erscheint, in dieser Art aufgefaßt, viel mehr als Regel, denn als Ausnahme, und die verschiedenen Gradationen dieses normalen Metamorphismus und seine endlichen Resultate möchten weit leichter unter bestimmte Gesetze gebracht werden können, als der zufällige Metamorphismus, bei welchem, wie es scheint, auch chemische Kräfte eine große Rolle spielten.

§. 420. Die Zusammensetzung der Atmosphäre scheint zu den paläozoischen Zeiten nicht ganz die gleiche gewesen zu sein, wie in unserer jetzigen Epoche, wenn gleich den nach demselben Urplane ausgebildeten Thier- und Pflanzenschöpfungen zufolge die Bedingungen des organischen Lebens dieselben waren. In den silurischen und devonischen Schichten findet sich das thierische Leben bei weitem überwiegend; die Thiere wimmeln in den versteinerungsführenden Schichten in ungeheurer Menge, während die Pflanzen, wenn auch vorhanden, doch in bedeutend geringerem Grade angehäuft waren. Dasselbe Verhältniß dauert noch während des Absatzes des Kohlenkalkes fort, und erst mit dem Kohlensandsteine beginnt jene staunenerregende Vegetation, deren Reste unsere Steinkohlenflötze bilden. Bekanntlich steht nun die Respiration der Thiere und Pflanzen gerade in umgekehrtem Verhältnisse zu der atmosphärischen Luft; die Thiere absorbiren Sauerstoff und hauchen Kohlensäure aus, die Pflanzen ziehen Kohlensäure an, verdichten den Kohlenstoff und entbinden Sauerstoff. Eine Atmosphäre, in welcher diese beiden Agentien durch gleichmäßige Entwicklung des Pflanzen- und Thierlebens einander das Gleichgewicht halten, wird demnach stets dieselbe Zusammensetzung darbieten, weil die von den Thieren gebildete Kohlensäure unmittelbar wieder von den Pflanzen zersetzt wird. Existirt dieses Gleichgewicht nicht, so wird allmählich auch die Zusammensetzung der Atmosphäre geändert, und der Entwicklung des einen oder anderen Reiches durch sich selbst eine Grenze gesetzt. Es scheint nun, als ob wirklich durch über-

Digitized by Google

wiegende Entwicklung thierischen Lebens in den silurischen und devonischen Schichten allmählich eine große Menge von Kohlensäure in der Luft angehäuft worden sei, und daß diese große Quantität eines den Pflanzen so nöthigen Gases dann die spätere üppige Vegetation der Kohlenformation begünstigt habe. Es ist bekannt, daß man Oeffnungen auf Wiesen z. B., durch welche kohlensaures Gas entströmt, schon aus der Ferne durch die Ueppigkeit und Saftigkeit des umgebenden Rasens erkennen kann, und ganz ein gleiches Verhältniß mußte in der Steinkohlenperiode stattfinden, wo das Zurücksinken des thierischen Lebens auf eine Constitution der Atmosphäre hindeutet, welche der Respiration der Thiere nicht förderlich gewesen zu sein scheint.

Zur Unterstützung dieser Ansichten dient ferner noch der Umstand, daß §. 421.
erst nach der Existenz dieser üppigen Pflanzenbildung Thiere auftauchten, welche in der Luft lebten und atmosphärische Luft unmittelbar einathmeten, während alle früher existirenden Thiere im Wasser lebten und auf Kosten der in dem Wasser aufgelösten Gase athmeten. Auch waren die ersten Luftathmer Reptilien, die bekanntlich mit weit geringeren verhältnißmäßigen Mengen von Sauerstoff in der Luft leben können, als Säugethiere und Vögel. Die Meerbewohner zumal aber scheinen noch in Wasser leben zu können, dessen Gehalt an Sauerstoff sehr klein ist und wo außerdem noch Gase von anderer, für Luftbewohner tödtlicher Beschaffenheit in großer Menge aufgelöst sind. So ist es bekannt, daß verschiedene Ringelwürmer und Schnecken vorzugsweise nur unter Steinen leben, unter welchen das Wasser mit Schwefelwasserstoffgasgas fast gesättigt erscheint, daß Schnecken, Muscheln, kleine Krebse in sumpfigem, sehr kohlensäurehaltigen Wassern vortrefflich fortkommen, in welchen selbst Fische zu Grunde gehen, und daß diese letzteren selbst eine sehr verschiedene Empfänglichkeit für die Zusammensetzung der im Wasser aufgelösten Gase besitzen, indem die einen sehr bald im Wasser sterben, worin andere, namentlich die im Schlamme wohnenden Fische, sehr gut fortleben können. Es sind noch der vergleichenden Untersuchungen zu wenig angestellt worden, um zu entscheiden, bis wie weit die Zusammensetzung der im Wasser aufgelösten Gase sich ändern könne, ohne das thierische Leben darin aufzuheben, und ebenso wenig kennt man die zu diesem Punkte nöthigen Bedingungen der Zusammensetzung der Atmosphäre, aus welcher das Wasser seine Gase auflöst; so viel aber scheint sicher, daß eine Erhöhung des procentischen Kohlensäuregehaltes der Luft, durch welche die Existenz von Säugethieren und Vögeln unmöglich gemacht würde, durchaus keinen Einfluß auf die Existenz von Seebewohnern haben dürfte, während auf der andern Seite durch eine solche Constitution der Atmosphäre der Vegetation ein unendlicher Vorschub geleistet wäre. Es liegt demnach in dieser Annahme durchaus kein Widerspruch mit dem üppigen thierischen Leben der silurischen und devonischen Zeit, und es scheint dieses im Gegen-

Digitized by Google

theile durch seine Kohlensäurebildung die Pflanzenschöpfung der Kohlenzeit mitvorbereitet zu haben.

§. 422. Indeß wäre es eine falsche Ansicht, annehmen zu wollen, daß die Kohlensäuremenge, welche sich auf der Erde überhaupt findet, nur durch das thierische Leben erzeugt sei. Dieses hat im Gegentheile nur den geringsten Antheil an ihrer Erzeugung, und es sind hauptsächlich die vulcanischen Erscheinungen, welche die meiste Kohlensäure liefern. In allen vulcanischen Gegenden kommen Quellen und Bäche vor, aus welchen ungeheure Quantitäten Kohlensäure ausströmen, und die Regelmäßigkeit dieser Ausströmungen, ihr Zusammenhang mit den vulcanischen Erscheinungen deutet darauf hin, daß sie aus dem Erdinneren kommen, und das Laboratorium der Kohlensäurebildung dort seinen Sitz hat. Die Thiere fixiren eine bedeutende Menge dieser Kohlensäure durch Bildung ihrer kalkigen Schalen, die aus kohlensaurem Kalke bestehen, und wenn man die ungeheuren Massen kohlensauren Kalkes bedenkt, die auf der Erde als Sedimentgesteine abgelagert sind, so sieht man ein, daß die darin im Zustande von Kohlensäure befindlichen Kohlenstoffmassen bei weitem die Steinkohlenflötze an Menge überwiegen. Eine leichte Rechnung lehrt in der That, daß eine Schicht kohlensauren Kalkes von einem Meter Dicke ebenso viel Kohlenstoff enthält, als ein Steinkohlenflötz von 24 bis 25 Centimeter Mächtigkeit und 1,30 specifischem Gewichte, und eine Anhäufung kohlensauren Kalkes von 1000 Metern Mächtigkeit, was in den jurassischen Kalken z. B. nicht selten ist, würde einem Flötze von 240 Metern Dicke entsprechen. Eine solche Mächtigkeit haben aber alle vegetabilischen Anhäufungen, welche in den Erdschichten vorkommen, zusammengenommen nicht, und es geht hieraus unwiderleglich hervor, daß die Thiere durch das Bauen ihrer Schalen mehr Kohlensäure fixirt haben, als die Pflanzen durch ihre Zersetzung desselben Gases und Reducirung zu Kohlenstoff. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß aller kohlensaurer Kalk nur dem thierischen Leben seine Existenz verdankt. Freilich ist dieses nicht so zu verstehen, als ob die Thiere den Kalk in ihrem Inneren erzeugten; eine durchaus falsche und allen Grundsätzen der Chemie widersprechende Ansicht, allein sie haben den im Wasser in Form von verschiedenen Salzen, besonders in salzsaurer Verbindung aufgelösten Kalk an sich gezogen und in Gestalt von kohlensaurem Kalke in ihren Schalen fixirt. Sie haben demnach den Kalk nicht erzeugt, wohl aber ist der thierische Organismus das Mittel gewesen, wodurch er in seiner jetzigen Gestalt der festen Erdrinde angeschlossen wurde.

Digitized by Google

II. Secundäre Gebilde.

6. Triasisches System.
7. Jurassisches System.
8. Kreidesystem.

6. Die Trias.

(Groupe triasique; triasisches System; das Salzgebirge; Terrain salifère.)

§. 423. Die Gebilde dieser großen Gruppe, welche namentlich im südwestlichen Deutschland und Würtemberg insbesondere durch eine ausgezeichnete Monographie Alberti's näher bekannt wurden, bestehen aus drei sehr bestimmt von einander verschiedenen Formationen, die von unten nach oben sich in folgender Ordnung an einander reihen: Bunter Sandstein, Muschelkalk und Keuper.

Fig. 154.

Schichtenfolge der Trias in Würtemberg.

1. Vogesensandstein. 2. Bunter Sandstein. 3. Wellenkalk. 4. Anhydritgruppe. 5. Muschelkalk von Friedrichshall. 6. Lettenkohle. 7. Keupermergel. 8. Keupersandstein. 9. Lias.

Der bunte Sandstein

(Grès bigarré; New red sandstone; Variegated sandstone)

§. 424. gleicht im Allgemeinen in seinem äußeren Verhalten sehr dem Vogesensandstein, auf dem er meist in paralleler Schichtung aufruht, obgleich an einigen Stellen, wie namentlich bei Saargemünd auf dem Wege nach Forbach, eine abweichende Schichtung unverkennbar ist. Der Parallelismus der Schichtung zwischen dem Vogesensandsteine und dem bunten Sandstein ist zwar im Kleinen sehr deutlich ausgeprägt, betrachtet man aber die Formationen im Großen, so ergiebt sich, daß er nur scheinbar ist. Der Vogesensandstein erscheint in emporgehobenen Gipfeln, deren Schichten fast horizontal geblieben sind und an den Rißflächen mit steilen Abstürzen enden, an derem Fuße dann die Schichten des bunten Sandsteines abgelagert sind.

Der bunte Sandstein (2 auf dem Durchschnitte Fig. 154), wie er in der Umgebung des Schwarzwaldes und der Vogesen auftritt, ist meist

Digitized by Google

von rother Farbe, dunkler als der Vogesensandstein und meist thoniger, als dieser letztere. Das Korn ist sehr fein, der Glimmer in großer Menge vorhanden; auch Thonplatten sind häufig. Die unteren Schichten sind meist mächtiger, als die oberen, in welchen, bei zunehmender Dünne der Schichten, Glimmer und Thon die Ueberhand gewinnen.

In diesen höheren Schichten zeigen sich schöne Platten von einigen Zollen Dicke, die allmählich in Sandschiefer übergehen. Die obersten Schichten endlich sind sogenannte Schieferletten, rothe geschichtete Thone, die öfter in's Grüne und Graue spielen, und innerhalb welcher hie und da dolomitische Kalksteine vorkommen, welche den Uebergang zu dem Muschelkalke zu machen scheinen. Auch Gyps ist in den Schieferletten nicht selten; doch enthält er nur selten Salz, während in den Thonen selbst der Salzgehalt eine normale Erscheinung ist.

§. 425. Die unteren, mächtigen Schichten des bunten Sandsteines geben einen vortrefflichen Baustein ab und die aus den Vogesen und dem Schwarzwalde erbeuteten Quadern haben von Basel an bis Cöln das meiste Material zu den gothischen Domen der beiden Rheinufer geliefert. Die Dome von Straßburg, Basel, Freiburg, Speier sind ganz aus solchem bunten Sandsteine gebaut, der durch seine tiefrothe Farbe, die an der Luft in ein dunkles Braunroth übergeht, auch in malerischer Hinsicht den Vorzug vor anderen Materialien verdient, wie er andererseits durch seine Festigkeit und seine Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterung durch den Einfluß der Luft den Monumenten eine fast unbegrenzte Dauer sichert.

§. 426. Die Mächtigkeit des bunten Sandsteines erreicht zuweilen tausend und mehr Fuß; zuweilen ist er auch auf einige dünne Thonschichten von wenigen Fußen zurückgedrängt. Die Ostseite des Schwarzwaldes ist durchaus, ohne Unterbrechung, von buntem Sandsteine bedeckt; an dem Fuße zeigt sich der Schieferletten als Saum, und je weiter nach Norden man vordringt, desto breiter wird die von dem bunten Sandsteine überdeckte Strecke. Der Odenwald ist zum größten Theile von ihm gebildet, und die Mulde, welche unter dem Neckarthale sich hinzieht, ist wahrscheinlich vollständig und nur von neueren Gesteinen überdeckt, wie dies so häufig geschieht. Ueberall im Odenwalde lehnt sich der Sandstein nach Westen hin auf Granit und Gneiß an, während er im Osten von dem Muschelkalke überdeckt wird, und zwar von den unteren Schichten des Wellenkalkes.

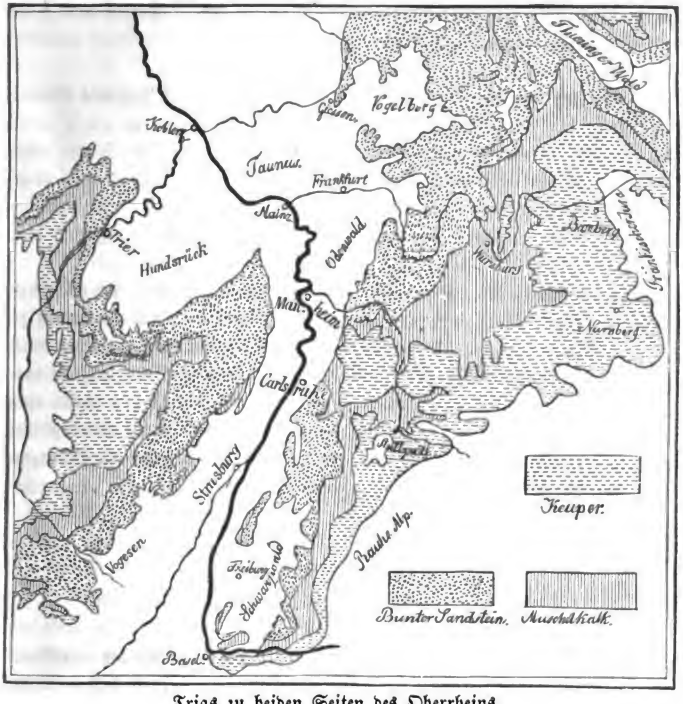
§. 427. Im nordwestlichen Deutschland zeigt der bunte Sandstein eine einigermaßen verschiedene Zusammensetzung. Während im südwestlichen Deutschland der Sandstein um so kieseliger ist, je tiefer er liegt, und nach oben allmählich in plattenförmigen Thonsandstein und Schieferletten übergeht, so finden wir hier, unmittelbar auf dem Zechsteine, zuerst Schieferletten mit Einlagerungen von grobkörnigen Oolithen oder Roggensteinen, und auf diesen

Digitized by Google

Schieferletten erst den eigenthümlichen feinkörnigen Sandstein, der allmählich nach oben dünner geschichtet wird und auf's Neue in eine mächtige Masse von Schieferletten übergeht; so daß demnach an vielen Stellen der Sandstein zwischen zwei Lagern von Schieferletten eingeschlossen ist. An anderen Orten ist die untere Schieferlettenlage theils gänzlich durch die grobkörnigen Roggensteine, theils durch Gyps ersetzt.

In dieser Weise füllt der bunte Sandstein den ganzen Raum zwischen dem rheinischen Uebergangsgebirge, dem Thüringerwalde, dem Harze und dem Voigtlande aus, wo er nur zuweilen von Basalt oder Zechstein durchbrochen oder von Keuper und Muschelkalk überdeckt ist. Den südlichen Harz umzieht er so mit einem breiten, ununterbrochenem Bande, während er am nördlichen Harzrande als wenig vortretende Hügelreihe sich darstellt.

Fig. 155.



Trias zu beiden Seiten des Oberrheins.

In der Umgebung der Vogesen stellt sich der bunte Sandstein ganz in §. 428. ähnlicher Weise dar, wie in der Nähe des Schwarzwaldes und Odenwaldes,

so daß man füglich in geologischer Hinsicht diese beiden Gebirgszüge als eine einzige Masse ansehen kann, die in der Mitte gespalten ist, um das Rheinthal zu bilden, und auf deren östlicher Seite der Schwarzwald mit seinem Sandsteinmantel, auf der westlichen Seite die Vogesen in gleicher Ankleidung sich hinziehen. Der bunte Sandstein bildet einen langen Saum im Westen der Vogesen, der sich um den Vogesensandstein herumschlingt und weiter nach Westen vom Muschelkalke überdeckt wird.

§. 429. Am wenigsten geeignet zum Studium der triasischen Formation ist das für andere Gebilde klassische England. Die kalkigen Gebilde, namentlich die ganze Reihe des Muschelkalkes, fehlen hier ganz, so daß das Roth-Liegende zuweilen, der Keuper aber immer mit dem bunten Sandsteine verschmilzt und so ein Ganzes bildet, dessen scharfe Trennung bei der mineralogischen Aehnlichkeit und der Seltenheit der Fossilien in den Schichten noch nicht mit Sicherheit konnte durchgeführt werden.

§. 430. Besonders bezeichnend für den bunten Sandstein sind folgende Versteinerungen:

Voltzia heterophylla. Fig. 157 u. 158.
Albertia elliptica. Fig. 156.
Calamites arenaceus.
Aethophyllum speciosum, Fig. 159., stipulare.

Eigenthümliche Mollusken oder Wirbelthiere, welche nicht im Muschelkalke vorkämen, scheint man im bunten Sandsteine noch nicht gefunden zu haben. Indeß läßt die schlechte Erhaltung der thierischen Petrefacten meist keine genaue Bestimmung zu. Jedenfalls dürfte aber aus den bis jetzt vorliegenden Documenten hervorgehen, daß der bunte Sandstein, wenn auch in mineralogischer Hinsicht so unendlich verschieden, doch in paläontologischer von dem Muschelkalke nur insofern abweicht, als er hauptsächlich Pflanzenreste, der Muschelkalk thierische Reste enthält.

Der Muschelkalk

(Calcaire coquillier; rauchgrauer Kalkstein)

§ 431. bildet überall auf dem Continente ein sehr beständiges Glied der triasischen Formation, dessen Charaktere sich überall ähnlich bleiben, so daß er einen vortrefflichen Anhaltspunkt bei geologischen Forschungen darbietet. Seinen Namen trägt er von der ungemeinen Menge von Muscheln und namentlich von Enkrinitenstücken, welche in ihm abgelagert sind.

Digitized by Google

Der Muſchelkalk im Allgemeinen iſt ein compacter Kalkſtein von muſcheligem Bruche und rauchgrauer Farbe, die zuweilen in's Gelbliche übergeht. Nur ſelten bietet er oolithiſche Structur dar, meiſt aber iſt er mehr oder minder dolomitiſch, namentlich in ſeinen unteren Schichten, wo er zuweilen in einen förmlichen erdigen Dolomit übergeht. Dieſe Dolomite wechſeln häufig mit dolomitiſchen Mergeln ab und bieten im Ganzen weniger Verſteinerungen dar, als die oberen Kalkſteine. In der Umgegend des Odenwaldes ſind dieſe tieferen, unmittelbar dem bunten Sandſteine aufliegenden Lager von dolomitiſchen Kalken, Mergeln und Mergelſchiefern, welche am Schwarzwalde vorkommen, durch einen rauchgrauen, ſehr dünngeſchichteten Kalk erſetzt, deſſen Schichten eine höchſt auffallende Wellenform bieten, weshalb man ihn mit dem Namen des Wellenkalkes belegt. Thone von ſchwarzgrauer Farbe finden ſich häufig zwiſchen dieſen Wellenkalken, und ebenſo Gyps bald in kleineren, bald in größeren Maſſen. Das Steinſalz zeichnet ſich ſchon mehr aus, als in den Schieferletten.

Auf dem Wellenkalke (Fig. 154, 3) und den ihn erſetzenden Dolomiten, §. 432.
deren Mergelgehalt nach oben beſonders bedeutender wird, liegen mächtige Lager von Salzthonen, mit ſtärkeren und ſchwächeren Anhydrit- und Gypslagern abwechſelnd. An vielen Stellen iſt das Steinſalz in dichteren Maſſen abgelagert, die bis zu 100 und mehr Fuß Mächtigkeit erlangen können. Der Anhydrit iſt meiſt lichtgrau, öfters ſtark von Bitumen gefärbt, zuweilen ſchön blau; der Salzthon zuweilen ſehr mächtig, meiſt dunkelgrau, und oft ſehr weich; ſein Salzgehalt iſt ſehr ungleich. Als untergeordnete Glieder zeigen ſich in dieſer Anhydritgruppe des Muſchelkalkes (Fig. 154, 4 auf dem Durchſchnitte), mit den Salzthonen und Anhydriten abwechſelnd, ſchwärzlich graue Kalkſteine, die oft durch ſtarken Bitumengehalt in Stinkkalke übergehen, hie und da Kieſel- und Hornſteinneſter, gelbliche Dolomite und Dolomitmergel, in welchen, ſowie im Gypſe, zahlreiche Höhlen vorkommen, die großentheils dem Auswaſchen der Steinſalzmaſſen ihre Entſtehung verdanken. Die Schichtung iſt in den Thon- und Anhydritmaſſen meiſt verwiſcht und unkenntlich; nur hie und da laſſen ſich Spuren davon erblicken.

In dieſem Gebilde finden ſich die mächtigen Salzlager, welche die Quel- §. 433.
len, Salinen und Bergwerke Würtembergs namentlich ſpeiſen. Ein Schacht bei Sulz am Neckar ergab folgende Schichtenfolge von oben nach unten, unmittelbar unter dem eigentlichen Muſchelkalke von Friedrichshall:

Digitized by Google

1. Schmutzig gelbweißer, von Klüften und Spalten durchzogener Dolomitmergel mit Braunspath, Bitterspath und Quarzdrusen	17	Fuß	—	Zoll.
2. Rauchgrauer Kalkstein	3	»	—	»
3. Gelblich grauer, sehr weicher Mergel, nach unten in Thon übergehend; Fallen der Flötze nach Süden 27 Grad	2	»	—	»
4. Gelblich grauer, etwas bituminöser Kalk . . .	1½	»	—	»
5. Dunkel aschgrauer Stinkstein	1½	»	—	»
6. Gelblich grauer Dolomit	2	»	—	»
7. Stinkstein				
8. Weicher, thoniger Mergel	2	»	—	»
9. Hornsteinnester mit Chalcedondrusen				
10. Thon mit Nestern von Dolomitmergeln . . .				
11. Dolomitmergel	2	»	—	»
12. Hornstein in Nestern	—	»	5	»
13. Kalkschiefer in schwachen Flötzen, Thon, Kalkstein in Hornstein übergehend	7	»	—	»
14. Thon und Mergel				
15. Quarznester				
16. Sehr fester, lichtaschgrauer Kalkstein				
17. Hornsteinnester	8	»	—	»
18. Schwärzlich grauer Mergel				
19. Hornstein, bis 9 Zoll mächtig, mit Calcedondrusen				
20. Ungeschichteter Dolomit, wahrscheinlich ein Gang (nur auf der einen Seite des Schachtes) . .	—	»	—	»
21. Dolomitmergel	3	»	—	»
22. Gyps, Anhydrit, Thon	196	»	—	»
23. Wellenkalk, nicht durchbohrt	35	»	—	»
Mächtigkeit im Ganzen . .	280	»	5	»

Versteinerungen fehlen durchaus in der Anhydritgruppe.

§. 434. Als oberstes Glied der Muschelkalkgruppe endlich zeigt sich der eigentliche rauchgraue Kalk oder Kalkstein von Friedrichshall (Fig. 154, 5 auf dem Durchschnitte) in den oben beschriebenen normalen Verhältnissen. Die unteren Lager dieses stets sehr regelmäßig geschichteten Kalkgebildes bilden sehr enkrinitenreiche Kalke (Calcaire à encrines), über welchen zuerst hie und da dünne Lager von oolithischen Kalken und dann die mächtigen Lager von rauchgrauem Kalke folgen, deren einzelne Schichten

Digitized by Google

von dünnen Mergellagern getrennt sind. Nach oben gehen diese Kalke in gelbe, erdige Dolomite über.

Der Muschelkalk folgt in seiner Verbreitung überall dem bunten Sand- §. 433.
steine, auf welchem er unmittelbar auflagert. So erscheint er am südlichen Schwarzwalde in sehr bedeutender Ausdehnung, bis nach Basel hinüberziehend, längs des westlichen Schwarzwaldes nur in einigen sehr unbedeutenden einzelnen Flecken; im Osten des Gebirges aber als zusammenhängende Decke auf dem bunten Sandsteine. Im Norden nimmt er eine breitere Fläche ein, die sich an die bunten Sandsteine des Odenwaldes anlehnt, und so ist auch die ganze Mulde zwischen Schwarzwald, Odenwald, Harz und Thüringerwald von Muschelkalk ausgekleidet, auf welchen sich in der Mitte Keuper auflagert, wodurch die lange Bande, welche von Basel bis zum Fuße des Thüringerwaldes geht, in der Mitte durchbrochen scheint. Indeß ist diese Unterbrechung nur durch Ueberlagerung bedingt, und überall läßt sich auch da, wo nur Keuper zu Tage geht, die Gegenwart des Muschelkalkes darunter durch Bohrversuche nachweisen. Diese wurden aber um so häufiger gemacht, als die fast nie fehlenden Salzlager der Anhydritgruppe reichlichen Ersatz der aufgewandten Kosten versprachen. Auch auf der ganzen Umgebung des Harzes, in Waldeck, den sächsischen Herzogthümern ꝛc., bei Pyrmont, Göttingen, Halle ꝛc. zeigt sich im Norden, wie im Süden ein Saum von Muschelkalk, der überall dieselbe Gliederung, dieselben petrographischen Verhältnisse, dieselben Fossilien darbietet. Aus ihm entspringen die Salzquellen von Halle, Schönebeck, Sulze; in ihm stehen die Bohrlöcher von Buffleben, Stotternheim, und im Ganzen werden aus dem Muschelkalke Deutschlands im Durchschnitte jährlich zwei Millionen Centner Salz gewonnen. Um zu zeigen, daß die Formation überall in Deutschland dieselbe sei, setze ich hier den durch das Bohrloch bei Buffleben im Weimarischen gewonnenen Durchschnitt derselben her.

Keupermergel	113½ Fuß.
Lettenkohle	21½ »
Friedrichshaller Muschelkalk	319½ »
Kalkmergel mit Stinkstein	48 »
Anhydrit	152½ »
Anhydrit mit Salz gemengt	23 »
Steinsalz (nicht durchbohrt)	22 »
	700 »

In Westphalen, zwischen dem Teutoburgerwalde und der Weserkette bildet der Muschelkalk einförmige Höhenzüge, eine weite Hochfläche dagegen in der Umgegend von Paderborn.

Digitized by Google

§. 434. Unter den charakteriſtiſchen Foſſilien des Muſchelkalkes ſind beſonders zu nennen:

Placodus gigas, Andriani. Fig. 170.
Acrodus Gaillardoti.
Hybodus plicatilis, Fig. 169., obliquus, tenuis. Fig. 168.
Gyrolepis Alberti, Fig. 172., maximus.
Saurichthys Mougeoti. Fig. 171.
Pemphix (Palinurus) Sueurii.
Ammonites undatus, cinctus, nodosus. Fig. 167.
Buccinum obsoletum, gregarium.
Natica Gaillardoti.
Mactra trigona.
Myophoria vulgaris, Fig. 163 u. 164., curvirostris, laevigata.
Pecten discites, laevigatus. Fig. 162.
Plagiostoma striatum.
Ostrea Schuebleri, spondyloides, compta.
Avicula socialis. Fig 165.
Terebratula vulgaris. Fig. 166.
Encrinites liliiformis. Fig. 160 u. 161.

§. 435. In der Lettenkohle:

Posidonia minuta.
Equisetum arenaceum.
Calamites arenaceus.
Taeniopteris vittata.

Der Keuper.

(Marnes irisées; Red marls.)

§. 436. Sowie in dem vorſtehenden Gebilde der Kalk, ſo herrſcht in dieſem der Mergel vor, und zwar Mergel von allen möglichen Farben, meiſt indeß grünlich oder röthlich, mit ſchieferigen Abſonderungen, die ſich häufig durch Spaltflächen in rhomboidale, von krummen Flächen begrenzte Stücke zerlegen.

Unmittelbar auf dem Dolomite des Muſchelkalkes findet ſich eine merkwürdige Gruppe von Schichten, die trotz ihrer geringen Mächtigkeit einen ſehr ausgebreiteten geognoſtiſchen Horizont darbietet, der ſich durch ſeine eigenthümliche Natur ſehr leicht unterſcheiden läßt, wenn er auch hie und da eine frappante Aehnlichkeit mit dem Steinkohlengebilde zeigt. Dieſe Gruppe, deren Stellung bei dem Muſchelkalke oder dem Keuper noch nicht ganz definitiv entſchieden iſt, hat den Namen der Lettenkohle (Fig. 154, 6 auf dem Durchſchnitte) erhalten. Sie beginnt mit dunkelgrauen, ſchieferigen Thonen, die oft ſehr bituminös ſind und allmählich in ſchwarze Kohlen von mattem, erdigem Bruche übergehen, die weich und fettig ſind, leicht verwittern, wobei ſie in ſcheibenförmige Bruchſtücke zerfallen, und beim Verbrennen eine große Menge blätteriger Thonaſche zurücklaſſen, ſo daß ſie nur ein ſchlechtes Brennmaterial darſtellen. Die Lager dieſer Lettenkohle wechſeln mit Mergelſchiefern ab und ſind auch von ſolchen überdeckt. Hie und

Digitized by Google

da finden sich Gypslager in diesen Mergelschiefern. Auf diese folgen Sandsteine, welche hie und da Eisennieren enthalten und wirklich oft täuschend den Kohlensandsteinen ähnlich sehen, indem sie meist durch eingesprengte Kohle schwarzgrau gefärbt sind und eine Menge von Pflanzenabdrücken enthalten, die indeß mit denjenigen des Kohlensandsteines nicht identisch sind. Auch Coprolithen, Zähne und Schuppen von Fischen finden sich häufig in diesen Sandsteinen, welche von einer dünnen Schicht rauchgrauen Kalksteines gekrönt werden, der dem Muschelkalke sehr gleicht.

Auf der Lettenkohle lagern die Schichten des eigentlichen Keupers, die man, je nach den prädominirenden Gesteinen, in untere **bunte Mergel** (Fig. 154, 7 auf dem Durchschnitte), und in obere **Keupersandsteine** (Fig. 154, 8 auf dem Durchschnitte) eintheilen kann.

Unmittelbar über der Lettenkohle findet sich ein schmutzig gelber oder §. 437.
rauchgrauer **Dolomit**, der durchaus in seinem äußeren Verhalten demjenigen des Muschelkalkes gleicht, nur einen noch weit größeren Reichthum an Versteinerungen darbietet. Zuweilen geht er in seinen oberen Schichten in Gyps, meist aber in eine Knochenbreccie über, die aus Coprolithen, Fisch- und Saurierknochen, Zähnen und Schuppen zusammengebacken ist und zuweilen sechs und mehr Fuß Mächtigkeit erlangt. Ueber dieser Breccie liegen die **bunten Mergel** von vorherrschend blaurother Farbe, mit scharf abgeschnittenen grünen, gelben und blauen Adern. Meist sind diese Mergel dünnschieferig, mit Letten und Thon gemengt, und zuweilen findet man darin dünne Lager von Dolomit oder Sandschiefer. Allgemein ist Gyps in diesen Mergeln verbreitet. Bald durchdringt er sie so innig, daß eine Trennung unmöglich wird, bald wieder bildet er Stücke und Gänge, Zwischenlager und Verwerfungen, und unterscheidet sich von dem Gypse des Muschelkalkes durch seine lebhaften Farben. Steinsalz kommt überall in diesen Gypsmergeln, aber in geringer Menge, vor.

Ueber diesen Gypsmergeln beginnen allmählich **Sandsteine** sich un- §. 438.
ter die Mergellager, welche ihren Charakter beibehalten, einzumischen. Anfangs ist dieser Sandstein feinkörnig, mit thonigem Bindemittel von gelblich weißer Farbe, meist in fußdicken Schichten abgelagert, die treffliche Quadersteine liefern und wegen ihrer vielen Pflanzenabdrücke **Schilfsandsteine** genannt wurden. In den oberen Lagern werden die Sandsteine grobkörniger, kieseliger, und enthalten dann Nester von Pechkohlen, die meist mit Schwefelkies und Bleiglanz vergesellschaftet und meist zu wenig bauwürdig sind. Bedeckt wird endlich dieser grobkörnige Sandstein an einigen Orten, wie namentlich bei Tübingen, von einer wenig mächtigen Sandsteinbreccie, die ebenfalls aus einer Menge von Coprolithen, Fisch- und Saurierresten besteht, aber offenbar, ihren Fossilien nach, dem Lias angehört.

Der Keuper findet sich im Westen des Schwarzwaldes nur in einigen §. 439.

Digitized by Google

wenigen Thälern, dagegen im Osten in weit größerem Zusammenhange. Indem er südlich unter den Lias der schwäbischen Alp hinabsinkt, läßt er sich von Donaueschingen aus bis nach Norddeutschland hin verfolgen, überall den Muschelkalk bedeckend und so das östliche Ufer der Mulde bildend, die von der schwäbischen Alp, dem fränkischen Jura, dem Schwarzwalde, dem Harze und dem Thüringerwalde gebildet wird. In der Nähe von Basel ist die Lettenkohlengruppe sehr ausgebildet und setzt sich nach dem schweizerischen Jura hin fort, wo der Keuper in einzelnen Aufbrüchen zu Tage kommt. Im nordwestlichen Deutschland erfüllt der Keuper das Becken von Thüringen, die Mulde von Paderborn, den Raum zwischen dem Teutoburgerwalde und dem Weserthal, die Thalgründe von Göttingen, Eimbeck ꝛc., folgt in schmalen Streifen dem Nordrande des Harzes, überall den Muschelkalk bedeckend und von diesem letzteren theilweise durchbrochen.

§. 440. In dem Keuper sind charakteristisch:

Mastodonsaurus Jaegeri. Fig. 173 bis 175.
Psammodus reticulatus.
Avicula lineata.
Equisetum arenaceum, Meriani.
Pterophyllum Jaegeri.
Pecopteris Meriani.

---

§. 441. Die triasische Gruppe im Allgemeinen ist in Frankreich nur wenig entwickelt. Sie bildet namentlich im Westen der Vogesen eine breite Zone, die in der Nähe der Kette selbst als bunter Sandstein hervorragt, während weiter nach Westen hin Muschelkalk und Keuper in Lothringen eine weite, thonige, feuchte Ebene bilden, deren Schichten allmählich unter die jurassische Bande, welche das Pariser Becken umgiebt, sich hinabsenken. Auch hier lassen sich die triasischen Schichten in die drei Glieder zerlegen, welche in Deutschland so sehr verschieden sind; auch hier findet sich der Reichthum an Steinsalz in der Trias, allein merkwürdiger Weise nicht in dem Muschelkalke, sondern in den unteren Schichten des Keupers. Der bunte Sandstein verhält sich wie in Deutschland; auf ihm ruht der rauchgraue Kalk mit muscheligem Bruche und den bekannten Fossilien, über welchen graue, blätterige Mergel liegen, die mit dolomitischen Kalken wechseln und viele Reptilienknochen enthalten. Auf diesen Mergeln und Dolomiten liegen nun andere grüne, graublaue oder violette Mergel, zuweilen mit Ligniten (Lettenkohle), mit compactem Gypse und Anhydrit und großen Mengen von eingestreutem Salze, das sich auch zuweilen in eigenen Schichten ansammelt. In diesen Mergeln findet sich ein eigenes Lager von dolomitischem Kalke ohne Fossilien, das vortrefflichen hydraulischen Kalk liefert und einen

Digitized by Google

sehr constanten Horizont bildet. Auf den Mergeln ruht ein gelblicher Sandstein, der offenbar dem Keupersandsteine entspricht. Das Steinsalz, das bei Dieuze und Vic besonders ausgebeutet wird, läge demnach in Lothringen in dem unteren Keupermergel.

Die Steinsalzschichten des unteren Keupers in Lothringen sind sehr häufig und meist durch Intervalle von Anhydrit, Gyps und Mergel, die selbst wieder mit Steinsalz durchdrungen sind, von einander getrennt. Ein Bohrloch bei Dieuze ergab folgenden Durchschnitt: §. 442.

Obere Schichten ohne Salz	55,1	Meter.
1. Steinsalz	3,6	»
1. Erstes Intervall von Anhydrit, Gyps u. Mergel	0,8	»
2. Steinsalz	3,6	»
2. Intervall	0,2	»
3. Steinsalz	13,0	»
3. Intervall	2,3	»
4. Steinsalz	2,0	»
4. Intervall	4,1	»
5. Steinsalz	1,0	»
5. Intervall	1,2	»
6. Steinsalz	0,5	»
6. Intervall	3,7	»
7. Steinsalz	2,5	»
7. Intervall	4,3	»
8. Steinsalz	3,1	»
8. Intervall	3,5	»
9. Steinsalz	4,6	»
9. Intervall	2,6	»
10. Steinsalz	9,7	»
10. Intervall	0,2	»
11. Steinsalz	5,4	»
11. Intervall	50,1	»
12. Steinsalz	6,2	»
12. Intervall	3,4	»
13. Steinsalz	3,1	»
13. Intervall	19,3	»
Ganze Tiefe	209,1	Meter.

Die Summe des Steinsalzes beträgt eine Mächtigkeit von 58,3 Metern. Die hauptsächlichste Ausbeute findet in der eilften Steinsalzschichte von 5,4 Metern Dicke Statt.

Digitized by Google

§. 443. Die triasische Gruppe erstreckt sich südlich von Würtemberg noch in den schweizerischen Jura hinein und bildet hier überall, wo die darauf liegenden jurassischen Schichten bis in eine hinlängliche Tiefe gebrochen sind, den Grund der Einrisse. Der bunte Sandstein zeigt sich nur auf einer sehr kleinen Strecke auf dem linken Rheinufer in der Nähe von Basel, während auf dem rechten die mächtigen Massen des Schwarzwaldes ihm eine größere Entwickelung geben. Er wird schweizerischer Seits unmittelbar von den Schichten des Muschelkalkes überdeckt, dessen obere Theile nur zu Tage kommen. Der Wellenkalk zeigt sich nirgends in der Schweiz; dagegen der eigentliche Muschelkalk von Friedrichshall mit seinen rauchgrauen, compacten Lagern, dem muscheligen Bruche sehr häufig den Boden der Erhebungsthäler bildet, in deren Mitte sie als domförmige Schichten auftreten. Der Keuper zeigt sich in diesen Thälern über dem Muschelkalke in Gestalt kalkiger Mergel mit Concretionen und Thonnieren zuweilen in Schieferletten übergehend, von allen möglichen bunten Farben, Sand und Sandsteine, meist von sehr geringer Festigkeit. Die Keuperlager gehen mehr oder minder unmerklich in die Muschelkalkschichten über. Gypse und Dolomite sind sehr häufig im Keuper und werden mit Vortheil ausgebeutet. Steinsalz scheint überall in der triasischen Formation der Schweiz verbreitet; es wird bis jetzt nur auf der Saline Schweizerhall bei Basel-Angst am Ufer des Rheines ausgebeutet, und scheint dort in unregelmäßigen Massen und normalen Lagern im Gypse verbreitet.

§. 444. In England ist das triasische System im Ganzen nur sehr unvollkommen entwickelt. Der Lias, der in einigen Orten auf dem Festlande schwer vom Keuper zu trennen ist wegen der Aehnlichkeit der mineralogischen Charaktere, trennt sich hier entschieden von den darunter liegenden bunten Mergeln ab, welche dem Keuper entsprechen; allein da der Muschelkalk durchaus fehlt, so fließen alle verschiedenen Ablagerungen von Vogesensandstein, buntem Sandstein und Keuper in eine große Sandsteinformation zusammen, deren Untertheilung schwierig, ja fast unmöglich ist.

§. 445. Die Flora der Trias steht in engem Verhältnisse zu der Flora der paläozoischen Gebilde, und auch hier gilt das allgemeine Gesetz, daß durchaus keine Dicotyledonen gefunden werden, sondern nur Nadelhölzer oder Gymnospermen, Monocotyledonen und Farrenkräuter. Die fossilen Nadelhölzer der Trias gehören meist Geschlechtern an, welche weniger Analogie mit den Tannen und Kiefern unserer Zone haben, als mit den Araucarien und anderen Nadelhölzern der heißen Zonen; ein neuer Beweis, daß auch noch zur Zeit der Ablagerung der Trias ein dem paläozoischen ähnliches Klima herrschen mußte. Es sind namentlich die Pflanzen des bunten Sandsteines, welcher den Gürtel der Vogesen bildet, die in neuester Zeit mit großer Sorgfalt beschrieben wurden.

Digitized by Google

§. 446. Die Albertien (Fig. 156) ſind Nadelholzbäume mit meiſt eirunden, breiten, abgeſtumpften Blättern, die in horizontalen Reihen um den Aſt ſtehen und mit ihrer Baſis denſelben unvollſtändig umfaſſen. Sie tragen kleine, eirunde, zuſammengeſetzte Kätzchen, die mit ausdauernden Bracteen bedeckt ſind. Die Frucht bildet einen länglichen Zapfen; die Samen ſind geflügelt. Dieſe foſſilen, bis jetzt nur im bunten Sandſteine gefundenen Nadelhölzer ſcheinen dem Genus Agathis aus Oſtindien am meiſten nahe zu kommen.

Fig. 156.

Albertia elliptica.
Aus den Vogeſen (Bad Sulz).

Fig. 157.

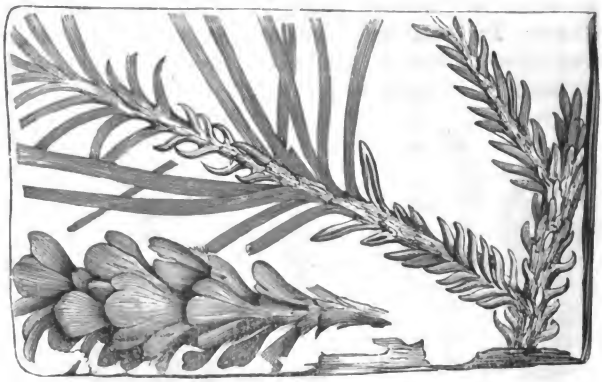
Voltzia heterophylla. Aus den Vogeſen.

§. 447. Ein anderes Geſchlecht eigenthümlicher Nadelholzbäume, die den Araucarien am nächſten kamen, waren die Voltzien (Fig. 157 u. 158), welche, nach der großen Menge ihrer Ueberreſte zu ſchließen, die hauptſächlichſten Bäume in dem Triaswalde der Vogeſen bildeten, und die aufgefundenen Holzſtücke zeigen, daß dieſe Bäume eine bedeutende Größe erreichten. Die Blätter ſind nadelförmig, von ſehr verſchiedener Geſtalt bei derſelben Art und ſogar auf demſelben Aſt, bald mehr kurz und ſchuppenartig, bald lange, gerade Nadeln; die männlichen Blüthen bildeten ovale Kätzchen, die Zapfen weitſchichtig gedeckte Kegel, deren Schuppen holzig ſind und ſich in drei oder

Digitized by Google

fünf Lappen an ihrem Ende theilen. Jeder dieſer Lappen iſt die Endigung eines erhabenen Längskieles, der auf der Schuppe ſich findet.

Fig. 158.



Voltzia heterophylla. Aus den Vogeſen.
Endzweige, Mittelzweige und Fruchtzweige.

§. 448. Aethophyllum (Fig. 159) hat man eine eigenthümliche rohrartige Pflanze genannt, die gerade, äſtige Stengel hat, welche ährenartige Blüthenkolben tragen und deren Blätter ſehr lang, ſchmal und mit parallelen, feinen Längsſtreifen verſehen ſind. Sie gleichen den Rohren und Riedgräſern durch ihre Blüthenähren, den Lycopodiaceen oder Bärlapparten durch ihre Veräſtelung, und entfernen ſich wieder von allen bekannten Pflanzenfamilien in einer Art, daß man ſelbſt über ihre Stelle unter den Monocotyledonen oder den Farren unſicher iſt.

(Die hierzu gehörige Figur ſiehe auf folgender Seite.)

§. 449. Man hat an vielen Orten im Keuper nicht nur einzelne foſſile Pflanzen, ſondern auch ganze Ablagerungen brennbarer, kohlenähnlicher Stoffe gefunden, die offenbar von Pflanzen aus der Zeit des Keupers abſtammten. Der Unterſchied zwiſchen dieſen Pflanzen und denen des bunten Sandſteines iſt ſehr bedeutend. Coniferen, welche im bunten Sandſteine die große Mehrheit bildeten, fehlen hier, wie es ſcheint, durchaus; Dicotyledonen nicht minder und Monocotyledonen ſind nur ſelten. Die Hauptrolle ſpielen Farrenkräuter, welche mit denen der Kohlenzeit durchaus nichts gemein haben, und Cycadeen, auf deren Geſchlechter wir bei den juraſſiſchen Gebilden zurückkommen werden.

50. Die Fauna der Trias tritt uns hauptſächlich nur in dem Muſchelkalke entgegen; der Keuper enthält nur wenige, der bunte Sandſtein nur hie und da als Seltenheit eine, meiſt unbeſtimmbare Thierverſteinerung.

Digitized by Google

Die Strahlthiere ſind in dem Muſchelkalke nur durch ſehr wenige Arten §. 451.
von Echinodermen vertreten, die aber auch nur ihm angehören und wovon die eine namentlich, der Lilienenkrinit, überall in großer Menge vorkommt. Das Geſchlecht Encrinus beſitzt nur dieſe eine Art, den Encrinus liliiformis oder moniliformis (Fig. 160 u. 161). Die Stielſäule dieſes Enkriniten iſt

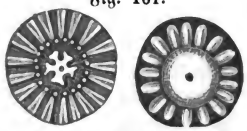
Fig. 159.

Aethophyllum speciosum.
Aus den Vogeſen.

Fig. 160.

Encrinus liliiformis.
Kopf eines ſolchen Enkriniten.

Fig. 161.



Encrinus liliiformis.
Zwei Säulenglieder, von der Gelenkfläche aus geſehen.

Digitized by Google

drehrund, mit mittlerem Centralkanale; die Glieder durch tiefe, radienartige Gelenkeinschnitte verbunden, und in dem oberen Theile der Säule wechseln breitere Glieder mit schmäleren. Die Arme scheinen bei flüchtigem Anblicke aus rosenkranzartig an einander gereihten Gliedern zusammengesetzt, die aber nur die abgerundeten äußeren Flächen zeigen. Die Säulenstücke namentlich sind ungemein häufig und leicht zu erkennen.

§. 452. Außer diesen Enkriniten kommen noch im Muschelkalke die ersten Arten von Asterien und Ophiuren vor; die ersteren oder die eigentlichen Seesterne zeigen bekanntlich eine centrale Scheibe, welche die hauptsächlichsten Organe des Leibes einschließt, und um welche herum Strahlen stehen, in deren Inneres die Weichtheile sich fortsetzen; während bei den Ophiuren die Arme nur Fang- und Bewegungsorgane sind, und sämmtliche Organe des vegetativen Lebens nur in der Centralscheibe eingeschlossen sind.

Die Polypen fehlen merkwürdiger Weise ganz in dem Muschelkalke; die wenigen Angaben, die man besitzt, bedürfen sehr der Bestätigung. Jedenfalls fehlen Korallenbänke und Riffe, wie sie in der jurassischen Zeit sich in so ausgedehnter Entwickelung zeigen, durchaus; ein Beweis, daß die klimatischen Bedingungen, unter welchen der Muschelkalk sich bildete, die Tiefe und der Boden der Meere durchaus von den später hervortretenden Eigenthümlichkeiten der Erdoberfläche abwichen

§. 453. Der Muschelkalk zeichnet sich, wie auch schon sein Name ahnen läßt, vor allen anderen Formationen kalkiger Natur durch seinen ungemeinen Reichthum an Fossilien aus, die zwar weniger auf Arten, als vielmehr auf gesellig zusammenlebenden Individuen derselben Art beruht. Ganze Bänke sind nur von Muscheln einer einzigen Species gebildet, die eine wirkliche Muschelbreccie zusammensetzen. Auch findet sich dieser Reichthum an Acephalen, namentlich aber nur stellenweise.

§. 454. Eine große Familie der einmuskeligen Muschelthiere oder Monomyarier tritt hier zuerst in größerer Zahl auf; ich meine die Kammmuscheln (Pecten) (Fig. 162), die von jetzt an durch alle höheren Formationen hindurch eine Menge von charakteristischen Versteinerungen darbieten, da ihre Arten durch die Verzierungen der Oberfläche meist leicht kenntlich sind. Die Kammmuscheln sind freie, regelmäßige, ungleichschalige Muscheln; ihr oberer Rand ist geradlinig; jede Schale hat zwei mehr oder minder vorstehende Ohren. Die Buckeln der Schalen liegen an einander; das Schloß ist durchaus zahnlos, glatt;

Fig. 162.

Pecten laevigatus.
Aus dem deutschen Muschelkalke.

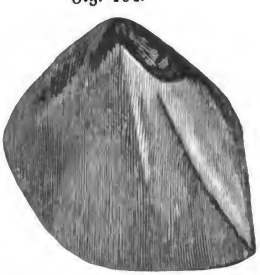
Digitized by Google

das Schloßband in einer inneren Schloßrinne verſteckt. Eines der Ohren iſt meiſt etwas tiefer ausgeſchnitten, als das andere, ſo daß eine Oeffnung für einen kleineren Byſſus an dem hinteren Rande ſich findet. Die Schalen der Pectenarten ſind meiſt regelmäßig divergirend geſtreift; zuweilen glatt; in anderen Fällen gegittert; ſie ſind meiſt dünn, aber feſt und wohlerhalten; der einfache Muskeleindruck iſt groß, rund und nahe an der Mitte des Vorderrandes gelegen.

§. 455. Die für die ſpäteren Schichten ſo wichtig werdenden Trigonien, deren Arten durch ihre ausgezeichneten Verzierungen ſehr leicht kenntlich ſind, beginnen im Muſchelkalke durch eine eigenthümliche Modification, welche man unter dem Namen Myophorie generiſch unterſchieden hat. Es ſind gleichſchalige Muſcheln von abgerundet dreieckiger Form, deren große, längliche, im Winkel von einander divergirende Schloßzähne durchaus glatt ſind und nicht jene charakteriſtiſchen Streifen beſitzen, welche ſie in den Trigonien haben; die rechte Schale hat zwei, die linke drei Schloßzähne, deren mittlerer groß, dick, aber nicht zweitheilig, wie bei den Trigonien, iſt. Im Uebrigen ſtimmen dieſe Muſcheln durchaus mit den ſpäter zu erwähnenden Trigonien überein.

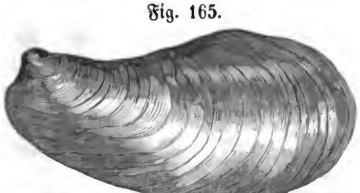
Fig. 163.

Fig. 164.



Schale und Kern von Myophoria vulgaris Aus dem Muſchelkalke.

Fig. 165.



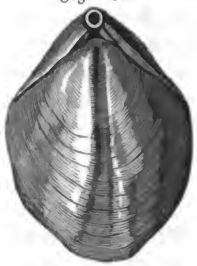
Avicula socialis.

§. 456. Wir erwähnen hier noch einer Art des ſchon früher beſprochenen Geſchlechtes Avicula, die ſehr charakteriſtiſch iſt und ganze Bänke des Muſchelkalkes bildet.

Nur eine einzige Terebratel findet ſich im Muſchelkalke, die durch ihre Geſtalt und eigenthümliche Bildung durchaus unverkennbar iſt und ſo häufig

Digitized by Google

Fig. 166.



Terebratula vulgaris.

vorkommt, daß sie als hauptsächliche Leitmuschel für das Gestein gelten kann (Fig. 166).

§. 457. Die Cephalopoden sind in dem Muschelkalke durch einige sehr charakteristische Arten repräsentirt, welche sich meist dadurch auszeichnen, daß nur die Loben der Kammerwände gezähnelt, die Sättel aber glatt sind. Diese Ammoniten (Fig. 167), die man früher als ein eigenes Genus unter dem Namen der Ceratiten absonderte, jetzt aber nur als eigene Familie gelten läßt, bilden durch ihren eigenthümlichen Bau ein interessantes Mittelglied zwischen den Goniatiten der älteren Schichten, die nur glatte Loben und Sättel besitzen, und den ächten Ammoniten, bei welchen beide gezähnt sind.

Fig. 167.

Ammonites (Ceratites) nodosus.

§. 458. Die Crustaceen der Trias zeichnen sich vor denen älterer Gebilde insofern aus, daß die Trilobiten durchaus verschwunden sind und durch einen im Muschelkalke namentlich sehr häufigen Krebs ersetzt sind, der zu der Familie der langschwänzigen Dekapoden gehört und in seiner Form demnach dem Flußkrebse und dem Hummer nahe kommt. Der Cephalothorax dieses Krebses, der den Namen Pemphix Sueuri trägt, ist fast walzenförmig, dick; durch drei tiefe Quereinschnitte in Unterabtheilungen zerlegt; mit Dornen und körnigen Höckern versehen und nach vorn in einen lanzettförmigen Schnabel verlängert. Der siebengliederige Hinterleib hat gleich große quergefurchte Glieder. Die äußeren Fühlhörner sind dick, lang, rundlich; die inneren doppelt. Die Scheeren sind ziemlich massiv; die Zange dünn, stark gekrümmt und weit von einander abstehend, auf kurzem, dickem Handgliede befestigt; die anderen Füße sehr schwach, dünn und mit zarten Endscheeren versehen. Füße und Antennen sind nur sehr selten erhalten; die Bruchstücke des Rumpfes und Hinterleibes aber sehr charakteristisch für den Muschelkalk.

§. 459. Unter den für die Trias charakteristischen Fischen sind namentlich einige Arten des Genus Hybodus (Fig. 168) zu nennen, das in dem Muschelkalke zuerst anfängt und in der Kreide ausstirbt. Die Hybodonten waren haiartige Knorpelfische mit stumpfen Kegelzähnen und knochigen Stacheln in

Digitized by Google

Fig. 168.

Rückenſtachel von Hybodus tenuis. Aus dem Muſchelkalke.

den Rückenfloſſen, von welchen bei der Verſteinerung nur Zähne und Stacheln übrigbleiben konnten. Die Stacheln ſind meiſt ſehr groß, etwas gebogen, unten dick, oben ſpitzig; die Baſis des Stachels, welche im Fleiſche ſtak, iſt meiſt fein geſtreift, hinten offen und ſchief abgeſtutzt, etwa wie eine Schreibfeder; der Theil, welcher frei an der Floſſe vorragte, hat ſtarke, parallele Längsreifen, iſt hinten quer abgeſtutzt und mit zwei Reihen mehr oder minder ſtarker Zähne beſetzt.

Fig. 169.

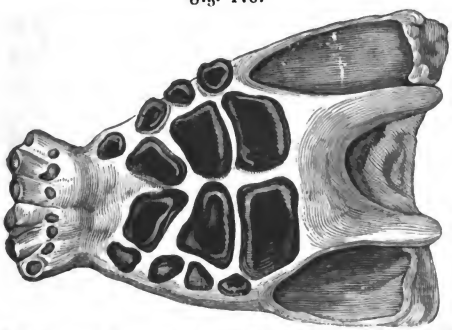
Zahn von Hybodus plicatilis.

Die Zähne der Hybodusarten (Fig. 169) haben einen rundlichen, innen abgeplatteten, mittleren Kegel, mehr oder minder zugeſpitzt, auf deſſen beiden Seiten kleinere, ſecundäre Kegel ſtehen, deren Größe nach beiden Seiten hin von dem Mittelkegel her abnimmt. Der Schmelz bildet an der Baſis der Krone ſehr deutliche, gerade Längsſtreifen; die Wurzel iſt breit, ſchwammig und poröſ, wie bei allen Knorpelfiſchen.

§. 460.

Ein der Trias ganz eigenthümliches Genus von Fiſchen, das man bis jetzt nur durch die Zähne und durch einige Knochenſtücke kennt, iſt das Genus Placodus (Fig. 170). Dieſe Fiſche hatten vorne kleine, kegelförmige oder meißelförmige Schneidezähne, die indeß ziemlich ſtumpf waren, während der Gaumen und die hinteren Theile der Unterkiefer mit breiten, platten, nur wenig erhabenen Mahlzähnen beſetzt waren. Dieſe Art der Bezahnung läßt vermuthen, daß ſich die Placoden von harten Schalthieren, Muſcheln und Cruſtaceen nährten.

Fig. 170.



Ein ganzer Gaumen von Placodus Andriani. Aus dem Muſchelkalke von Bamberg. Die Mahlzähne ſind erhalten, die Schneidezähne ausgefallen.

Digitized by Google

§. 461. In dem Muschelkalke kommen eine Menge kleiner, kegelförmiger Zähne vor, die man früher für Reptilienzähne hielt, bis man sich bei genauerer Untersuchung überzeugte, daß sie Fischen angehört haben müssen. Diese Zähne, die den generischen Namen Saurichthys (Fig. 171) erhielten, besitzen alle eine kegelförmige, gefaltete Wurzel, die theilweise in einer Rinne des Kiefers verborgen war und wahrscheinlich bis obenhin vom Zahnfleische umhüllt wurde; auf dieser Wurzel ruht eine kleine, spitze, kegelförmige Krone, die durchaus glatt ist und ziemlich leicht abbricht.

Fig. 171.

Zahn von Saurichthys Mougeoti.

§. 462. In denselben Breccien, in welchen die oben erwähnten Zähne sehr häufig vorkommen, finden sich auch einzelne lose Knochenschuppen, welche offenbar Ganoidfischen angehört haben. Diese Schuppen, die man unter dem generischen Namen Gyrolepis (Fig. 172) unterschieden hat, sind rhomboidal, mit einer dicken Schicht von Schmelz überzogen und durch dicke Falten, die meist parallel laufen, auf der Oberfläche geziert. Sie haben starke Haken, womit die einzelnen Schuppen unter einander eingelenkt waren.

Fig. 172.

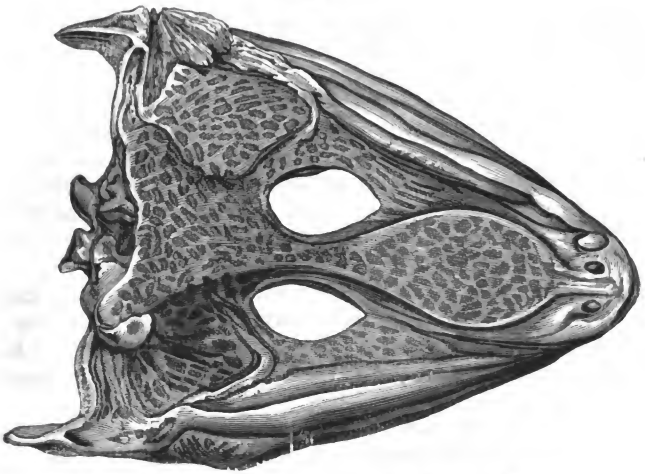
Schuppe von Gyrolepis Alberti.

Im Allgemeinen sind die Fischreste des Muschelkalkes wenig günstig zum Studium, da man meist nur einzelne Fragmente, keine im Ganzen erhaltene Individuen findet.

§. 463. Eine höchst merkwürdige Reptilienfamilie, die einzig auf die triasischen Gebilde beschränkt scheint, ist diejenige der Labyrinthodonten, welche, den neuesten Untersuchungen zufolge, mehre Geschlechter einschließt. Diese Thiere hatten einen runzeligen Schädel, große konische Zähne, die bis zur Spitze hinauf gestreift sind, in eigenen Alveolen stecken und eine äußerst merkwürdige Structur besitzen, indem die Zahnsubstanzen im Inneren gleich einem biegsamen Blatte labyrinthisch in einander gebogen und verwickelt sind, und die Zähne so eine äußere Ansicht bieten, wie wenn sie aus prismatischen Stücken zusammengesetzt wären. Ihre Kiefer sind auch in ihrer Form durchaus mit denen der größeren Saurier übereinstimmend; aber der Schädel ist meist sehr breit und platt und besitzt zwei getrennte Gelenkköpfe, die auf seitlichen Hinterhauptsknochen aufsitzen, ganz wie bei den Fröschen. Ebenso haben diese Thiere Zähne auf dem Gaumengewölbe, die in langer Reihe auf dem Pflugscharknochen aufsitzen. Sie bieten so eine höchst merkwürdige Vereinigung von Charakteren, die den Crocodilen zukommen, mit denjenigen der Batrachier, und in der That sind auch die Ansichten der Naturforscher über ihre Stellung getheilt. Owen stellt sie definitiv zu den Batrachiern und glaubt, daß die unter dem Namen Chirotherium bezeichneten Fußspuren im bunten Sandsteine vielleicht von diesen riesenhaften, fleisch-

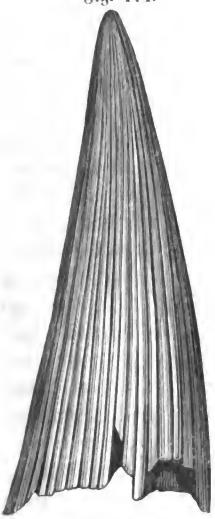
Digitized by Google

Fig. 173.



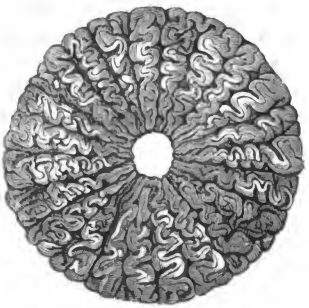
Schädel von Mastodonsaurus Jaegeri. Aus dem Keuper.

Fig. 174.



Zahn von
Mastodonsaurus Jaegeri.

Fig. 175.



Durchschnitt eines Zahnes,
vergrößert.

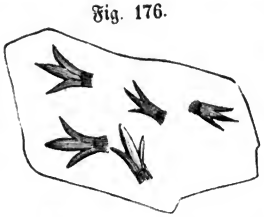
Digitized by Google

freſſenden Batrachiern herrühren könnten. H. von Meyer nähert die verſchiedenen von ihm nachgewieſenen Geſchlechter, die im Schädelbau ſehr von einander abweichen, vielleicht mit mehr Recht den Sauriern. Die Wahrheit dürfte ſich ſpäter bei Vervollkommnung der Unterſuchungen dahin herausſtellen, daß dieſe Thiere eine eigene Abtheilung bilden, analog der von den heutigen Coecilien gebildeten, die ebenfalls zwiſchen Batrachiern und Sauriern in der Mitte ſtehen. Man kennt Arten dieſer Familie aus der ganzen Reihe der triaſiſchen Gebilde, aus buntem Sandſtein, Muſchelkalk und Keuper, und auch nur aus dieſen, ſo daß die ſo ausgezeichneten Zähne dieſer Saurier ein ſehr charakteriſtiſches Kennzeichen für die triaſiſche Gruppe abgeben können.

§. 464. Großes Aufſehen erregten in der neueſten Zeit die Fußſpuren von Säugethieren und Vögeln, welche man in Deutſchland und Nordamerika in dem bunten Sandſteine gefunden hatte, und die offenbar von Thieren herrührten, welche zur Zeit, als dieſe Schichten noch weich waren, darauf herumgegangen waren.

Die Spuren, welche Profeſſor Hitchcock in dem Thale des Connecticut im Staate Maſſachuſetts auffand, gehören offenbar einem Thiere an, welches auf zwei Füßen ging, da man lange Reihen von Schritten findet, wo immer ein rechter und ein linker Fuß in gleicher Linie abwechſelt, während die Spuren vierfüßiger Thiere ſtets auf zwei parallelen Linien ſtehen, abgeſehen davon, daß Vorder- und Hinterfüße meiſt verſchieden ſind. Die Spuren zeigen deutlich drei Zehen, die nach vorn gerichtet ſind, nebſt einem ſchief nach hinten oder nur ſelten nach vorn gerichteten Daumen; zuweilen auch zeigen ſich an der Ferſe Spuren wie von einem Federbüſchel. Die Aehnlichkeit dieſer Spuren mit Vogelſpuren iſt unverkennbar. Die Größe der Spuren, ſowie der Schritte, iſt ſehr verſchieden; im Allgemeinen aber laſſen die letzteren auf hochbeinige Vögel, Stelzenläufer, ſchließen. Die größte Art, Ornitichnites giganteus, hatte einen Fuß von 15 Zoll Länge und machte Schritte von 4 bis 6 Fuß, mithin weit größer, als der Strauß.

Fig. 176.



Fußſtapfen von Vögeln, Ornitichnites, von Connecticut.

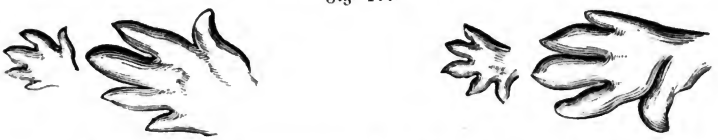
§. 465. In der Nähe von Hildburghauſen hat man in den Thonſchichten, welche mit den bunten Sandſteinen abwechſeln, vertiefte Fußſpuren gefunden, in welche ſich der Sandſtein hineingeſetzt hat, ſo daß die untere Fläche der Sandſteinſchichten das Bild dieſer Spuren im Relief darſtellt. Sie gehören Thieren mit vier Füßen an, vielleicht großen Beutelthieren, oder auch Reptilien; zeigen vier Finger mit großen Nägeln und einen abſtehenden nagel-

Digitized by Google

losen Daumen der an den Vorderfüßen kleiner und den anderen Fingern mehr genähert ist. Die wahrscheinlichste Ansicht schreibt diese Thiere gigantischen froschartigen Thieren (den Labyrinthodonten) zu, deren Zähne und Schädel man, wie oben bemerkt, häufig in den triasischen Gebilden findet.

Fig. 177. Ein Schritt des Thieres von Hildburghausen. Man sieht je eine Vorder- und eine Hintertatze derselben Seite nahe bei einander.

Fig. 177.



Fußstapfen von Hildburghausen. Ein ganzer Schritt des Thieres.

7. Jurassisches System.

(Oolithgebirge; Oolitic series; Formation jurassique.)

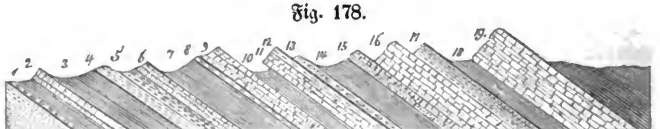
§. 466. Die jurassischen Gebilde nehmen verhältnißmäßig auf den geologischen Karten einen geringen Raum ein; spielen aber nichts desto weniger eine bedeutende Rolle in den geologischen Beziehungen der Continente, und Europa's insbesondere. Sie bilden die Wände der Becken, in welchen die späteren Gebilde, Kreide und Tertiärschichten, sich ablagerten und ihre Selbstständigkeit in jeder Hinsicht, die Eigenthümlichkeit ihrer Fossilien sowie die Gleichförmigkeit ihrer Structur, welche sich auf weite Strecken hin erhält, haben die jurassischen Schichten von jeher zu einem bequemen Ausgangspunkte gemacht, von welchem aus man theils zu den älteren Schichten hinabsteigt, theils zu den neueren sich erhebt. Die ersteren folgerechten Studien über diese Gebilde wurden in England von Smith angestellt und die von diesem Geologen, sowie von seinen Nachfolgern unterschiedenen Schichtengruppen nebst den ihnen gegebenen Namen haben durch diese Priorität allgemeine Gültigkeit erhalten, so daß die Bildung des Jura in England als die Norm gilt, auf welche man die auf dem Continente gefundenen Verhältnisse zu beziehen sucht. Man kann im Allgemeinen in den jurassischen Schichten zweierlei verschiedene Zustände unterscheiden, die hauptsächlich mit ihrer Entwickelung in verticaler Richtung zusammenzuhängen scheinen. In dem einen Falle nämlich liegen die Schichten fast horizontal über einander, und die Schichtenköpfe der festeren Kalkschichten, welche mit Mergeln abwechselnd in den verschiedenen Gruppen des jurassischen Systemes vorkommen, bilden die Terrassen, wodurch die Umgrenzungen der Becken selbst auf rein topographischen Karten sich auszeichnen. Die Schichtenflächen der Kalklager selbst bilden dann die Plateau's und die Thon- und Mergelschichten, die

Digitized by Google

ausgewaschen und weggeführt sind, zeigen sich nur unter der nächsten Terrasse in ihrem Querschnitte. So kommt es denn, daß man den Mergel und Thon, obgleich er in den ebenen Gegenden an Mächtigkeit im Allgemeinen bedeutend überwiegt, dennoch nur in geringer Ausdehnung sieht, während die Kalkschichten überall zu überwiegen scheinen, und man bei flüchtiger Untersuchung das Gebilde fast nur als aus Kalk mit dünnen eingestreuten Thonschichten bestehend ansehen könnte. In diesen Gegenden sind auch die Kalke meist sandig und thonig, während da, wo der Jura eigentliche mächtige Gebirgszüge bildet, wie in dem westlichen Frankreich, der Schweiz und Deutschland, die Kalkschichten auch mächtiger werden und die Thongebilde zurücksinken. In den Gebirgsländern des Jura zeigt sich dann die zweite Form dieser Formation, schroffe, geradlinige Bergmauern mit geneigten Abhängen auf der einen und schroffen Abstürzen auf der anderen Seite, die meist dem Inneren der Ketten zugewandt sind. Dort zeigen sich dann tiefe Längsthäler, die durch Querrisse mit der am Fuße des Gebirges liegenden Ebene zusammenhangen. Hauptcharakter dieser jurassischen Gebirgszüge ist große Monotonie der Formen, die in ihren langen, gleich hohen Zügen keine Abwechselung bieten.

Jura in England.

Fig. 178.



Oolithische Schichtenreihe in England.

1. Bone-bed und untere Liasschiefer. 2. Liaskalk. 3. Obere Liasschiefer. 4. Marly-sandstone. 5. Eisenoolith. 6. Unterer Quadersandstein. 7. Walkererde (Fullers-earth). 8. Schiefer von Stonesfield. 9. Great-oolite. 10. Bradford clay. 11. Forest-marble. 12. Corn-brash. 13. Kelloway-rocks. 14. Oxford-clay. 15. Calcareous grit. 16. Coral-rag. 17. Oxford-oolite. 18. Kimmeridge-clay. 19. Portland-rock.

§. 467. Man hat den Jura in England in vier verschiedene Gruppen getheilt, deren unterste unmittelbar auf den bunten Mergeln des Keupers aufliegt, während die oberste direct von der Kreide überdeckt wird. Im Allgemeinen besteht jede dieser Gruppen aus einer mehr oder weniger mächtigen Schichtenfolge von Thonmergeln und einem Systeme von Kalkbänken, und in den drei obersten Gruppen bilden die Kalkschichten den oberen, die Mergel den unteren Theil, während in den untersten Gruppen die Kalksteine mehr in dem tieferen Theile ausgebildet sind, und die Mergelschiefer auf dem Kalke aufliegen. Im Allgemeinen liegen die untersten Schichten in paralleler Folge auf den Keupermergeln, uud nur an wenigen Orten hat man

Digitized by Google

wirklich abweichende Schichtung gesehen. Die unterste Gruppe heißt der Lias, die zweite die Bath-Gruppe, nach dem berühmten Badeorte, der auf den Mergeln dieses Systemes erbaut ist, die dritte die Oxford-Gruppe, nach der bekannten Universitätsstadt, und die oberste die Portland-Gruppe, nach der Insel Portland, auf welchen die ihr angehörigen Schichten besonders entwickelt sind.

1. Lias.

§. 468. Er besteht aus mehren Etagen. Unmittelbar auf den bunten Keupermergeln findet sich meist ein wahres Knochenconglomerat, aus einer Menge von Thierresten zusammengeworfen und durch eine schwärzliche Schieferthonmasse mit einander verbunden. Dieses sogenannte Bone-bed (Knochenlager) der Engländer ist namentlich in der Umgegend von Bristol sehr schön entwickelt, und liefert durch seine unmittelbare Auflagerung auf den Keupermergeln den Beweis, daß die Thiere der Liasperiode sogleich nach dem Aufhören der triassischen Periode lebten, ehe noch mineralische Stoffe anderer Art aus den Gewässern sich abzusetzen die Zeit gehabt hatten. Dieses Knochenbette geht nach oben allmählich in dunkelbraune oder schwärzliche, meist bituminöse Schiefer über, die ziemlich dünne, leicht verwitternde Schichten bilden (1 auf dem Durchschnitte).

§. 469. Unmittelbar auf diesen Schiefern liegen die Liaskalke, welche unten von weißen compacten Kalksteinen gebildet werden, weiter oben hingegen blau werden, sich aber sonst durch keine wesentlichen Merkmale unterscheiden lassen. (Weißer und blauer Lias.) Der Petrefactenreichthum dieser Kalksteine (2 auf dem Durchschnitte) ist ungemein groß, und ihre Beständigkeit im Umkreise des Londoner Tertiärbeckens auffallend, obgleich die Formation nur geringe Mächtigkeit besitzt.

§. 470. Die bisher genannten Schichten bilden den unteren Lias, auf welchen eine mächtige und sehr constante Reihe von braunen oder blaugrauen Thonmergeln folgt, die meist schieferig abgesondert sind, und oft Sand oder Lager von Kalkgallen enthalten. An einigen Stellen gleichen diese Mergel des oberen Lias (3 auf dem Durchschnitte Fig. 178) durch ihre schwarze Farbe und ihren Reichthum an Bitumen den unteren Mergeln, und hie und da enthalten sie selbst kleine Lager von Steinkohle schlechter Qualität mit vielen versteinerten Pflanzen, die größtentheils den Cycadeen und Nadelhölzern angehören.

2. Bathgruppe. Untere Oolithgruppe. (Oolite inférieure.)

§. 471. Diese Gruppe ist die zusammengesetzteste von allen, indem die Kalksteine und Mergel mehrfach unter einander abwechseln.

Unmittelbar auf den oberen Liasmergeln und oft in so unmittelbarer Folge, daß kaum eine genaue Trennung möglich ist, findet sich eine Reihe

Digitized by Google

mergeliger Sandlager, die etwas Glimmer enthalten, meiſt gelb oder grünlich ſind und oft in einen mergeligen Sandſtein übergehen — Marly-sandstone der Engländer (4 auf dem Durchſchnitte). Einige engliſche Geologen rechnen dieſe Schichten noch zum Lias, eben weil die Trennung derſelben an einigen Orten kaum ausführbar iſt.

§. 472. Dieſer Sandſtein wird nach oben knotig; hie und da mengen ſich Kalkconcretionen ein, die immer zahlreicher werden und endlich in einen braunen, harten und zähen Kalkſtein übergehen, der eiſenhaltige Oolithe enthält, und trotz ſeiner geringen Mächtigkeit einen ſehr beſtändigen Horizont bildet. Nach oben wird dieſer ſogenannte eiſenhaltige Oolith wieder unregelmäßig knotig, der Eiſengehalt nimmt ab und Corallenſtücke zu. Das ganze, im Durchſchnitte mit 5 bezeichnete Lager geht allmählich durch dieſen knotigen Kalk in eine Folge von ſchönen, oolithiſchen Quaderſteinen über (6 auf dem Durchſchnitte), die an vielen Localitäten fehlen, wo dann nur der Eiſenoolith die am leichteſten erkenntliche Schicht des unteren Oolithes bildet.

Der Marly-sandstone (4), der Eiſenoolith (5) und der auf ihn folgende Quaderoolith (6) werden oft zuſammen unter dem Namen des »Unteren Oolithes« zuſammengefaßt.

§. 473. Auf dieſe Kalkſteine folgt ein mächtiges Lager verſchiedener Mergellager, die man meiſt unter dem Namen »Fullers-earth (Walkererde, Terre à foulon) (7 auf dem Durchſchnitte), zuſammenfaßt. Dieſes oft 40 bis 50 Meter dicke Lager beginnt unten mit einem blauen oder gelben kurzen Thon, in welchem oft kalkige oder mergeliche Concretionen vorkommen. Auf dieſem liegt die eigentliche Walkererde, die meiſt kaum einen Meter Dicke hat und für Töpferei ausgebeutet wird, und das Ganze iſt gekrönt von einem neuen Thonlager, in welchem Concretionen von hartem Mergel und compactem Kalkſteine vorkommen, das ſich aber meiſt durch ſeine weiße Farbe von dem unteren blauen oder gelben Thone unterſcheidet.

§. 474. Dieſes bedeutende Thonlager iſt gekrönt von einem mächtigen Kalklager (9 auf dem Durchſchnitte), dem »Great Oolite« (großer Oolith, Grande oolithe), das aus manchen wechſelnden Schichten beſteht, die meiſt eine ungeheure Menge von Polypen und Corallenbänken enthalten. Die Kalkſteine ſind bald oolithiſch, hart, feſt und als vortreffliche Bau- und Quaderſteine geſchätzt, bald wieder grobkörnig und lumachellenartig, durch die vielen darin eingebackenen Foſſilien, und meiſt durch dünne Lager von braunen Mergeln von einander getrennt. An einigen Orten ſind dieſe Oolithe ſehr mergelig, zähe und in dünnen Platten abgeſondert, an anderen mehr compact.

§. 475. An der unteren Fläche dieſes Oolithlagers, zwiſchen ihm und der Walkererde, findet ſich in der Nähe von Stonesfield bei Oxford eine eigenthümliche Schicht von dünnen, plattenförmigen Schiefern ausgebildet, die haupt-

Digitized by Google

ſächlich deshalb ſo merkwürdig iſt, weil darin die erſten foſſilen Säugethierknochen vorkommen. In dem Durchſchnitte iſt die Lagerung dieſer Plattenſchiefer von Stonesfield durch die Schicht No. 8 angegeben. Es ſind mergelige Sandſteine und loſe Sandlager, in welchen ungemein große, plattgedrückte Concretionen vorkommen, die urſprünglich aus ſucceſſiven Schichten zuſammengeſetzt waren und bei der Verwitterung ſich dieſen urſprünglichen Schichtungsflächen nach abtrennen. Man beutet ſie auf dem Grunde eines Schachtes aus, der in den höheren Theilen der Bathgruppe zu Tage geht, und läßt die Concretionen, die von bedeutender Größe ſind und deren Mitte meiſt von einem Foſſile eingenommen wird, den Winter über an der Luft liegen. Nach der wiederholten Einwirkung des Froſtes können ſie in ziemlich grobe Schiefer geſpalten werden, die zwar keine Aehnlichkeit mit den Dachſchiefern haben, aber in der Umgegend von Oxford allgemein zu gleichem Gebrauche benutzt werden. Man hat lange, theils an der dieſen Schichten hier zugeſchriebenen Lagerung, theils ſelbſt an ihrer juraſſiſchen Natur gezweifelt, indeß haben die neueren Arbeiten die hier gegebenen Reſultate zu vollkommener Gewißheit erhoben.

Auf den Oolith folgt wieder eine neue Thonſchicht, der Bradfordthon (Bradford-clay, 10 auf dem Durchſchnitte), der meiſt von blauer Farbe iſt, ſehr mergelig erſcheint und nach oben in ſandige Schichten übergeht, die bald einem ſehr muſchelreichen, compacten Kalkſteine Platz machen, der unter dem Namen »Forest-marble« (11 auf dem Durchſchnitte) bekannt und ausgebeutet iſt. Dieſe Schichten des Forest-marble ſind meiſt ziemlich complicirt, Thone und Mergel mit Sandadern, Sandſteine, Kalkſchichten und Sandlager wechſeln in bunter Reihe mit einander ab. §. 476.

Endlich das letzte Glied der Bathgruppe bildet der »Corn-brash« (12 auf dem Durchſchnitte), ein dünnes Syſtem von grobkörnigen Kalken, die meiſt ſchieferige Platten bilden und zuweilen etwas mergelig werden. §. 477.

Im Ganzen betrachtet, bildet die Bathgruppe eigentlich eine dreimalige Abwechſelung von Mergelſchichten, über welchen Kalklager entwickelt ſind; das unterſte dieſer Syſteme iſt dasjenige des Marly-sandstone, der hier die reinen Mergellager vertritt, mit dem Eiſenoolith, das mittlere die Walkererde mit dem großen Oolith, das obere der Bradfordthon mit dem Forest-marble und dem Corn-brash; meiſt indeß, wenn man nicht in das Einzelne geht, theilt man die ganze Gruppe nur in zwei Syſteme, den unteren Oolith und den großen Oolith, welcher letztere dann alle Schichtenfolgen von der Walkererde bis zu dem Corn-brash umfaßt. §. 478.

3. Oxfordgruppe.

Die Baſis dieſer Gruppe wird von einem dünnen Lager unregelmäßiger Kalkconcretionen gebildet, die durch mergelige Zwiſchenmaſſe zuſammenge- §.

Digitized by Google

halten sind, oder auch zu knotigen Schiefern sich vereinigen. Diese Schichten enthalten öfters Eisennieren, und scheinen im Ganzen nicht sehr große Beständigkeit zu haben. Sie heißen »Kelloway-rocks« (13 auf dem Durchschnitte).

§. 480. Auf diesen Kelloway-Felsen liegen mächtige Lager eines blauen, kurzen Thones, der viele Zwischenlager von Mergel, von Kalkconcretionen, einzelnen dünnen Kalkbänken und zuweilen auch von bituminösen Schieferthonen enthält, und der eigentliche Oxfordthon genannt wird (14 auf dem Durchschnitte). Es bildet dieser Oxfordthon mit seinen charakteristischen Versteinerungen einen weit ausgedehnten geologischen Horizont, der sich in den meisten Fällen mit Sicherheit bestimmen läßt.

§. 481. Dem Oxfordthone folgt eine Reihe sandiger Schichten, bald völlig lose, bald durch kalkiges Cäment zu festeren Massen vereinigt; sie bilden hier, wie an vielen anderen Stellen der Jurareihe, den Uebergang von den Mergeln zu den Kalksteinen, und werden von den Engländern unter dem Namen »Calcareous-grit« (kalkiger Sandstein, 15 auf dem Durchschnitte) begriffen. Nach oben gehen diese Sandsteine allmählich in das Kalklager der Oxfordgruppe über.

§. 482. Dieses bildet mächtige Schichten eines compacten erdigen Kalksteines, der sich durch seinen ungeheuren Reichthum an Corallen auszeichnet, die meist in Spath umgewandelt sind, und dadurch die Structur des Kalkes löcherig und ungleich machen. Offenbar existirten zur Zeit des Absatzes dieser Schichten eine Anzahl Corallenriffe in dem jurassischen Meere, und es ist diese Bildung der Corallen unendlich wichtig in Beziehung auf die verschiedenen Schlüsse, die man über das Jurameer im Allgemeinen machen kann. Der Coral-rag (Corallien, Corallenkalk, 16 auf dem Durchschnitte) ist in dieser Beziehung sowohl, als auch deshalb sehr wichtig, weil er einen sehr ausgezeichneten geologischen Horizont bildet, indem an vielen Orten die ganze Oxfordgruppe nur auf ihn und den Oxfordthon beschränkt ist.

§. 483. Nach oben ist der Coral-rag gekrönt von Oolithen, die meist Eisenerz in Körnern oder Nieren enthalten, und die man deshalb Eisenoolith (Oolite pisolitique) oder Oxfordoolith genannt hat. Diese Oolithe von gelber oder brauner Farbe bilden mit einigen Schichten wenig solider Bausteine und einigen Lagern von Thon und Sand eine letzte, sehr unbeständige Schicht der Oxfordgruppe. Sie sind alle zusammen auf dem Durchschnitte mit 17 bezeichnet.

4. Portlandgruppe.

§. 484. Die einfachste und regelmäßigste Gruppe von allen.

Als Basis dienen die mächtigen Lager des Kimmeridge-Mergels (18 auf dem Durchschnitte), aus blauen Mergeln bestehend, die zuweilen

Digitized by Google

schieferig werden, nicht selten bituminös oder selbst alaunhaltig, und dann verschiedene Kiese und krystallisirte Mineralien enthalten.

§. 485. Das oberste Glied der Jurareihe endlich wird von den **Portlandkalken** gebildet (19 auf dem Durchschnitte), compacte, feste Kalke mit erdigem Bruche, meist von weißer oder grauweißer Farbe, oft körnig und oolithisch, und von sehr verschiedener Härte. An manchen Stellen enthalten diese Schichten Lager von Kieseln, und werden dann brüchig, zerreiblich, ja zuweilen so der mit Silexlagern versehenen Kreide ähnlich, daß sie in früheren Zeiten oft damit verwechselt wurden. Es scheint diese zerreibliche Beschaffenheit der Kalke überhaupt ein steter Begleiter der Silexbildung zu sein, indem überall, wo man wirkliche Silexconcretionen in sonst compacten Kalksteinen antrifft, diese die Textur der Kreide annehmen.

§. 486. In England bildet der Jura, als ein Ganzes genommen, ein breites Band, das im Süden westlich von der Insel Wight beginnt, gegenüber den Juraschichten, welche bei Caen und Honfleur von französischer Seite aus den Canal berühren. Anfangs schmal, dann allmählich breiter werdend, zieht sich das Band in der Nähe von Bristol vorbei, über Bath hin nach Norden, überall nach Westen hin, wo die Liasschichten zu Tage gehen, auf den älteren Formationen des bunten Sandsteines, des alten rothen Kalksteines und der Kohlenflötze aufliegend und östlich unter die Kreideschichten, welche das Londoner Becken umgrenzen, einschießend. Im Ganzen betrachtet, bildet deshalb der englische Jura nur einen Theil eines gewaltigen Ringes, der von den Ardennen, oder selbst von Boulogne an, sich zuerst um das Pariser Becken herum schlingt, zwischen Caen und Cherbourg über den Canal setzt und in gleicher Weise das Londoner Tertiärbecken umgiebt, um dann zwischen Kingston und Newcastle sich unter den Wellen der Nordsee zu verbergen. Vielleicht daß die jurassischen Schichten im Norden des Harzes und Teutoburgerwaldes als östliche Fortsetzung dieses Ringes anzusehen sind, der an den genannten Gebirgen in die Höhe gehoben ist, während im übrigen nördlichen Deutschland die Kreide- und Tertiärgebilde, sowie die gewaltigen Anschwemmungen, die Juraschichten überdecken und dem Blicke entziehen.

Jura in Frankreich.

§. 487. Die jurassischen Gebilde in Frankreich zeigen sich etwa in Gestalt einer in der Mitte geschärften Achte, deren beide Ringe auf dem Festlande fast ununterbrochen fortgehen. Der südliche Ring ist vollkommen geschlossen, er umgiebt im Kreise die centrale Bergkuppe Frankreichs, die granitischen Massen

Digitized by Google

und vulcanischen Kegel der Auvergne. Alle Schichten fallen von diesen Centralgruppen nach außen, und bekleiden, etwa wie ein Mantel, den höheren Granitkern. Anders verhält sich der zweite, nördliche Ring, der in weitem Kreise das Tertiärbecken von Paris umgiebt, und in der ganzen Länge des Canales von dem Meere unterbrochen ist. In diesen Ring fallen alle Schichten von außen nach innen ein. Das jurassische Gestein bildet demnach hier eine weite Mulde, in deren Innerem erst die Kreidegebilde, dann die Tertiärgesteine abgelagert wurden. Ueberall in der ganzen Reihe dieses um Paris herum sich schlingenden Gürtels, der im Westen auf dem Uebergangsgebirge der Bretagne, im Osten auf dem der Ardennen und den triasischen Gebilden der Vogesen aufruht, bilden die festeren Kalkmassen weit ausgedehnte Plateau's, die nach Westen hin mehr oder minder steile Abstürze zeigen, an deren Fuße die Mergellager sich finden, über welchen die Kalke der nächsten Gruppe als mehr oder minder hohe Mauern aufsteigen. Im Allgemeinen hat dieser Theil des französischen Jura's große Aehnlichkeit mit dem englischen; nur zeigt sich allmählich, gegen Süden und Osten zu, eine bedeutende Zunahme der Mächtigkeit in den oberen Kalkgebilden; Zunahme, die sich in dem schweizerischen Jura auf den höchsten Grad steigert.

§. 488. Der Lias bildet eine schmale, lange Bande längs des Westrandes der Vogesen. Auf dem Westrande des Ringes, der sich um Paris schlingt, zeigt er sich in der Nähe der Bretagne nur an zwei Stellen, namentlich im Norden bei Bayeux. Er besteht in seinem untersten Theile aus einem sandigen Kalke, über welchem ein thonhaltiger, dünnschieferiger Kalk liegt, mit ungeheuren Mengen von Gryphaea arcuata und darüber aus schwärzlichen Mergeln und Schiefern, den unteren Liasschiefern.

Ueber diesen Schiefern erhebt sich eine mächtige Kalkformation, aus Bänken von gelblichem, sehr feinkörnigem, oft ganz sandigem Kalke gebildet, der oft eine große Menge kieseligen Sandes enthält. Zuweilen finden sich Abwechselungen mit bläulichen Mergeln oder eisenschüssige Bänke. Diese Kalkbänke enthalten, als hauptsächliche Fossilien, Belemniten in sehr bedeutender Zahl, und sind deshalb auch besonders Belemnitenkalk genannt worden. Sie entsprechen, schon durch ihre physische Beschaffenheit, noch mehr aber durch ihre Lage, dem Marly-sandstone der Engländer.

§. 489. Eine sehr dünne, aber an Fossilien äußerst reiche Mergelschicht trennt diese Sandkalke von dem darüber liegenden Eisenoolithe, der schieferig oder blätterig, von bläulicher oder grünlicher Farbe ist und durch Verwitterung braunroth wird. Zuweilen wird seine Structur sehr porös. Auf dem Eisenoolith liegt die Walkererde, eine mächtige Mergelablagerung von fet-

Digitized by Google

tem, dunkelblauem Mergel mit einzelnen Kalkknoten und Gypslagern, welche hie und da zur Fabrication von Ziegeln und Backſteinen ausgebeutet wird.

Auf der Walkererde ruht der Hauptoolith, unten meiſt aus poröſen, §. 490.
mehr oder minder eiſenhaltigen Kalkbänken gebildet, in welchen eine Menge zerbrochener Schalen und Corallen durch eine oolithiſche Grundmaſſe zuſammengehalten iſt. Ueber dieſen Kalken folgen Mergel von faſt weißer Farbe, die man dem Bradford-clay paralleliſirt hat, und auf denen wieder eine ſehr harte, eiſenſchüſſige Kalkſteinſchicht ruht, die dem Forest-marble, und feine Oolithe mit abwechſelnden Sandkalken und Mergeln, welche dem Corn-brash zu entſprechen ſcheinen. Die ganze Bathgruppe bildet auf dieſe Weiſe zwei ſehr beſtimmte Terraſſen, welche durch die Walkererde geſchieden ſind, und wo die untere vom Sandkalke und Eiſenoolithe, die obere vom Hauptoolithe bis zum Corn-brash zuſammengeſetzt wird.

Ueber dem Corn-brash folgt der Oxfordthon (zuweilen Argile de Dives §. 491.
genannt) mit der charakteriſtiſchen Gryphaea dilatata in großer Menge und der graublauen Farbe, die ihn zu einer der leicht erkenntlichſten Bildungen in der juraſſiſchen Reihe macht. In Frankreich iſt dieſer Thon meiſt mit Kalklagern untermengt. Man unterſcheidet über und zuweilen in dem Thonlager noch eigenthümliche Sandlager (Calcareous-grit) und eiſenſchüſſige Oolithe, die aber nur locale Erſcheinungen ſind und bald einem weißen, zarten, zerreiblichen Kalkſteine Platz machen, der durch ſeine zahlreichen Corallenbänke und Polypen ſich ſogleich als ächter Coral-rag zu erkennen giebt. Im Weſten und Süden des Pariſer Beckens iſt der Coral-rag unmittelbar von der Kreide bedeckt; im Oſten aber findet ſich noch zwiſchen ihm und der Kreide der Kimmeridgemergel und der Portlandkalk mit denſelben Charakteren, wie in England ein, wovon erſterer hauptſächlich durch die Exogyra virgula charakteriſirt iſt.

Die öſtliche Seite des Ringes, welcher das Pariſer Becken umgiebt, §. 492.
hängt durch einen ſchmalen Arm, bei Veſoul und Beſançon mit den Ketten des ſchweizeriſchen Jura zuſammen, die wir im Folgenden näher beſchreiben werden. Auf dieſem Arme ändert auch allmählich die Natur der Schichten ſelbſt; die ſandigen und mergeligen Lager treten zurück; die Bathgruppe verliert mehr und mehr ihre Wichtigkeit, während die oberen Schichten, Coral-rag und Portlandkalk, ungemein an Mächtigkeit zunehmen.

In Frankreich werden als beſonders charakteriſtiſch aufgeführt. Für §. 493.
den Lias:

Pentacrinus caput Medusae, subangularis. Fig. 193 und 194.

Digitized by Google

Posidonia liasina.
Lima (Plagiostoma) gigantea. Fig. 227.
Pecten aequivalvis.
Gryphaea arcuata. Fig. 208.
» cymbium. Fig. 209.
Ostrea Beaumonti.
Terebratula numismalis. Fig. 202.
» tetraëdra.
Turbo ornatus.
Trochus anglicus.
Ammonites Walcotti.
» Bucklandi. Fig. 235.
» falcifer.
» fimbriatus.
Belemnites apici-curvatus.
» giganteus. Fig. 242.

§. 494. Für den unteren Oolith:

Pecopteris Beglei.
Zamites Bechei.
Mamillaria Desnoyersii. Fig. 185.
Pterophyllum Williamsoni.
Terebratula spinosa.
» globata.
» concinna.
» digona.
» varians.
» biplicata.
» decorata.
Pecten vimineus.
» lens. Fig. 213.
» paradoxus.
Ostrea acuminata.
Avicula echinata.
» costata.
Astarte excavata.
Modiola plicata
Lima proboscidea.
Pholadomya Murchisonae.
Cucullaea decussata.
Trigonia costata. Fig. 218.
Pleurotomaria ornata.
» conoidea. Fig. 229.
» elongata.
Melania Heddingtonensis.
Ammonites macrocephalus.
» Parkinsoni.
» Brogniarti.
» Gervillii.
» annulatus.
» Humphresianus.
» contractus.
» striatulus. Fig. 236.
Belemnites Aalensis.

§. 495. Für den mittleren Oolith, den Oxfordmergel und den Coral-rag:

Agaricia granulata.
Cidaris coronata.
Ananchytes bicordata.
Terebratula biplicata.
» Thurmanni. Fig. 205.
» bullata.
» ornithocephala.
» impressa.
Modiola tulipea.
Astarte minima. Fig. 223.
Astarte elegans. Fig. 224.
Trigonia clavellata. Fig. 219.
Ostrea gregarea
» Marshii. Fig. 206.
Gryphaea dilatata. Fig. 210.
Lima proboscidea.
Diceras arietina. Fig. 222.
Perna aviculoides.
Gervillia siliqua.
Nerinea nodosa.

Digitized by Google

Nerinea Mosae. Fig. 231.
» Godhallii. Fig. 232 u. 233.
Ammonites cordatus.
» communis.
» perarmatus.
Ammonites Lamberti.
» interruptus.
Belemnites hastatus. Fig. 243.
Serpula quadrangularis.
» flaccida.

Für den oberen Oolith, Kimmeridgemergel und Portlandkalk: §. 496.

Zamites feneonis.
Terebratula sella.
Trigonia clavellata. Fig. 219.
Gryphaea (Exogyra) virgula. Fig. 211., bruntruttana.
Ostrea deltoidea. Fig. 207.
Pholadomya acuticosta.
Isocardia excentrica.
Mya mandibula.
» rugosa.
Pteroceras Oceani. Fig. 228.
Aptychus latus.

Jura in der Schweiz.

§. 497. Der ſchweizeriſche Jura bildet einen weiten Bogen, der ſich von Schaffhauſen an, wo er mit dem deutſchen Jura zuſammenhängt, in weitem Bogen längs der Nord- und Weſtgrenze hinzieht und den Canton Aargau, Baſel, das Bisthum Baſel, Neuenburg, Waadt und Genf erfüllt. In dieſem ganzen Bereiche zeigt ſich der Jura mit hohen, eintönigen Kalkmauern, welche mehr oder minder tief eingeſchnitten ſind. Die älteren Schichten erſcheinen mehr nach Norden hin, beſonders im Canton Baſel zu Tage gehend; je mehr nach Süden hin ſich die Bergkette fortzieht, deſto ſeltener werden die Aufbrüche, welche ältere Schichten an der Oberfläche erſcheinen laſſen, und deſto mächtiger zugleich entwickeln ſich die oberen Lager. Im Allgemeinen bilden die mächtigen Kalkmaſſen der oberen Syſteme die Decke des Gebirges, und tiefe Längen- und Querriſſe zeigen die unteren Schichten. In ſolchen Längenriſſen bilden dann die einzelnen Kalklager

Fig. 179.

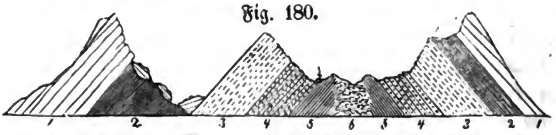
Plan eines Aufrißthales (Ruz) im franzöſiſchen Jura.

hohe Lippen, deren eine meiſt niedriger iſt, als die andere; die dem Riß zugewandte Seite iſt meiſt ungemein ſchroff, ſteil abgeriſſen, während die andere nach außen gerichtete, von den aufgerichteten Schichtflächen ſelbſt gebildet wird. Der hier beigefügte Querdurchſchnitt des Bärſchwyler Thales bietet eines der ſchönſten Beiſpiele für die Structur dieſer Thäler des Jura.

Digitized by Google

In der Mitte die gegen einander gestellten Schichten des Keupers, einen zerbröckelten Gypsknoten umschließend und an diese angelehnt in gleichmäßiger Folge die übrigen Gebilde. Die harten Kalke des Oolithes bilden die erste, innerste Lippe des Aufrisses; die äußerste ist von dem Portlandkalke gebildet, der auf der einen Seite in weit bedeutenderer Masse entwickelt ist.

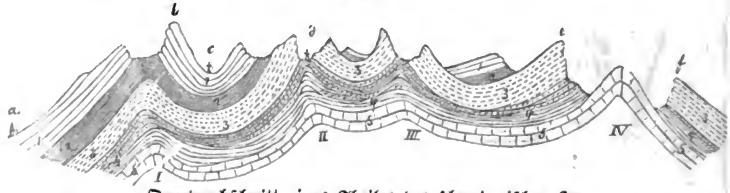
Fig. 180.



Querdurchschnitt der Thales von Bärschwyl im Solothurner Jura.
1. Portland- und Corallenkalk. 2. Orfordmergel. 3. Unterer Oolith. 4. Lias. 5. Keuper. 6. Gyps.

§. 498. Betrachtet man den schweizerischen Jura im Ganzen, so bietet er mehre, ziemlich parallele Faltenbiegungen dar, welche sich von Ost nach West erstrecken, indeß dennoch fächerartig von einem in der Nähe von Basel gelegenen Centralpunkte auszugehen scheinen. Die Ketten unterscheiden sich wesentlich dadurch von einander, daß die Aufrisse mehr oder minder tief in das Innere dringen, wie dies auf dem hier gegebenen Durchschnitte sehr deutlich hervortritt. Je mehr die tieferen Schichten hervortreten, desto zerrissener ist natürlich auch das Gebirge. So erscheint in dem beigefügten Querdurchschnitte die Kette des Weißensteines als die einfachste, da der Grund ihrer Thäler von dem Orfordmergel gebildet wird, und nur der zerrissene Portlandkalk die Lippen der Thäler darstellt. In der Kette des Hauensteines geht der Riß schon bis auf den Lias; die inneren Lippen der Thäler sind vom Oolithe gebildet und der Portlandkalk nur stellenweise als äußere Bekleidung vorhanden. Beim Passwang wiederholt sich dies Verhältniß — im Mont Terrible aber brechen die Schichten bis zum Muschelkalke auf, der als domförmige Erhebung in der Mitte der Thäler auftritt.

Fig. 181.



Querdurchschnitt eines Theiles des schweizerischen Jura.
1. Portland und Corallenkalk. 2. Orfordmergel. 3. Unterer Oolith. 4. Lias und Keuper. 5. Muschelkalk.
I. Kette des Weißenstein. II. Der Hauenstein. III. Der Passwang. IV. Der Mont Terrible.
a. Egerkingen. *b.* Die Hohefluh. *c.* Bärschwyl. *d.* Schönthal. *e.* Der Rehhag. *f.* Der Renken.

Digitized by Google

Der Lias ist mächtig entwickelt in den Cantonen Basel, Aargau und §. 499.
zum Theil auch in dem Canton Solothurn. Im Canton Bern kommt er nur selten zu Tage, und in den Cantonen westlich von Bern fehlt er durchaus. Er theilt sich, im schweizerischen Jura, sehr bestimmt in eine obere und untere Stufe. Die untere ist zusammengesetzt aus dem Liassandsteine, einem grauen oder gelblichen Quarzsandsteine, oft mit kalkigem Cement, der zuweilen in mergelige Sandschichten zerfällt. Ueber diesem, nur wenige schlecht erhaltene Fossilien enthaltenden Sandsteine liegt der Liaskalk oder Gryphitenkalk, von bräunlicher oder graublauer Farbe, muscheligem oder splitterigem Bruche, in welchem die Gryphaea arcuata in großer Menge eingebacken ist. Die Muscheln bilden für sich ganze Bänke, namentlich gegen den Schwarzwald hin. Ueber diesen, dem unteren Lias angehörenden Kalken zeigen sich die der oberen Stufe eigenthümlichen Liasmergel, von blauschwarzer oder dunkelgrauer Farbe, die meist eine große Quantität bituminöser Stoffe enthalten, oft schieferige oder blätterige Structur haben, und meist einen sehr plastischen Teig beim Anrühren mit Wasser bilden. Zuweilen entwickeln sich mehr oder minder mächtige Kalkbänke in diesen Mergeln, die manchmal 100 und mehr Fuß Mächtigkeit haben. Diese Mergel, an anderen Orten sehr reich an Fossilien, enthalten in der Schweiz nur sehr wenige, seltene Exemplare.

Die Bathgruppe oder der untere Oolith zeigt zuerst unmittelbar §. 500.
über dem Liasmergel mürbe Schichten eines rauhen, kalkigen Sandsteines von dunkler, grünrother Farbe, der oft mit Eisentheilen gemengt ist, und offenbar dem Marly-sandstone der Engländer entspricht. Er enthält nur wenige Fossilien und verkohlte, unkenntliche Pflanzenreste. Auf diesen Sandsteinen liegt der Eisenoolith oder Eisenroggenstein, oolithische, sehr incohärente Kalkbänke von meist rothgelber Farbe, die mit braunrothen, kaum geschichteten Mergeln wechseln, in welchen viele Spathblättchen und eine Menge von Eisenkörnern sich finden. Zahlreiche Fossilien finden sich meist als Steinkerne, seltener mit verspatheten Schalen. Ueber diesen incohärenten Eisenbänken, die meist nur eine geringe Mächtigkeit zeigen, finden sich dann dichte Schichten fester oolithischer Kalksteine von weißer oder gelbgrauer Farbe, sehr feinkörnig, zuweilen plattenkörnig abgelagert, meist aber sehr deutlich in Schichten von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuß abgesetzt. Sie enthalten eine große Quantität von Fossilien.

Ueber diesen dichten Eisenroggensteinen folgen zuerst röthliche, kurze §. 501.
Mergel, die sich namentlich durch einen großen Reichthum an Fossilien bemerklich machen, unter denen man die Ostrea acuminata hervorhebt, und die man der Walkererde (Fullers-earth) gleichgestellt hat. Darüber liegen oolithische Kalksteine mit weißer oder grauer Grundmasse, weißen, hirsekörnförmigen Oolithen, die meist schieferig abgelagert sind, wenig

Digitized by Google

Mächtigkeit haben, und dem Great-oolite der Engländer entsprechen sollen. Es folgen nun rothsandige Kalksteine und Mergel (Calcaire roux-sableux), welche in ihrem äußeren Verhalten sehr an die röthlichen Mergel erinnern, nur fester und sandiger erscheinen und dem Bradford-clay und Forest-marble parallelisirt werden. Die letzten Schichten der unteren Oolithgruppe werden nun von der sogenannten Dalle nacrée gebildet, die man mit dem deutschen Namen Perlmutterkalk belegen könnte; — schieferige Platten von breccienartiger Structur und mit einer Menge glänzender Blättchen versehen, die theils von Spathkrystallen, theils von Muschelresten herrühren. Diese Dalle nacrée bilden im schweizerischen Jura einen ziemlich wohl begrenzten Horizont, während die anderen Theile der Bathgruppe über dem unteren Eisenoolith den mannichfachsten Veränderungen und Wechseln unterworfen sind, so daß die von England her aufgestellten Unterscheidungen meist an Ort und Stelle nicht stichhaltig sind, indem meist ein oder das andere Glied der Gruppe fehlt.

§. 502. Die Oxfordgruppe zeigt in dem schweizerischen Jura eine äußerst einfache Zusammensetzung und einen sehr gleichförmigen Habitus. In den untersten Lagern zeigt sich der Oxfordthon, blauschwarzer Mergel mit dünnen Zwischenlagern von mergeligen Kalken von rauchgrauer Farbe, die an denjenigen Orten die Ueberhand über die Mergel gewinnen, wo sie weniger Uferbildung als Hochseeabsatz scheinen. In diesen Hochseebildungen werden die Mergel schieferiger, ihr Reichthum an Fossilien verschwindet ganz, und die Felsart geht allmählich in den Knotenkalk, das Terrain à chailles, über, der dem Calcareous-grit der Engländer entsprechen soll. Dieser Knotenkalk bildet mergelige Kalkbänke von blaugrauer Farbe, die an der Luft in unregelmäßige concentrische Massen verwittern und so allmählich in Mergellager übergehen, die namentlich in den oberen Theilen vorwiegen. Diese Mergel enthalten rundliche, kugelförmige Kalkconcretionen, welche an der Oberfläche ockerig werden, meist weiß sind und in großer Menge durch alle Schichten zerstreut, diesen ihren charakteristischen Namen gegeben haben. An vielen Orten ist dieser Knotenkalk sehr charakteristisch ausgebildet, an anderen verschwinden die Knoten, die Mergel werden kalkiger, schieferiger, und die ganze Oxfordgruppe geht in eine einzige homogene Kalkmasse über, von erdigem Bruche und schieferiger Abblätterung, die man mit dem Namen des Lettsteines belegt hat.

§. 503. Die oberen Glieder der englischen Oxfordgruppe, vom Coral-rag an, hat man in der Schweiz mit der Portlandgruppe vereinigt, da sie sehr häufig in einander verschmelzen, und eine constante Grenze nur zwischen den Corallenkalken und der Oxfordgruppe gezogen werden kann. Der Coral-rag zeigt sich, in dem schweizerischen Jura in Form weißlicher Kalksteine, bald compact, bald kreidig oder als Breccie und Oolith, und man hat darin

Digitized by Google

mehre Unterabtheilungen unterſchieden, die namentlich im berniſchen Jura ſcharf getrennt hervortreten, und die Corallenkalk (Calcaire corallien), Corallenoolith (Oolite corallienne), Nerineenkalk (Calcaire à Nérinées) und Aſtartenkalk (Calcaire à Astartes) genannt wurden, letztere beide von den charakteriſtiſchen, in Menge in den Schichten aufgehäuften Foſſilien. Alle dieſe verſchiedenen Abtheilungen, welche den oberen Lagern der Oxfordgruppe entſprechen, verſchmelzen meiſt in mächtige Schichten weißer Kalkſteine, deren Unterſcheidung nicht mehr möglich iſt, und die man mit dem allgemeinen Namen des Corallenkalkes belegt hat. Die Corallenbänke, welche in dieſen Schichten vorkommen, ſind oft im ſchweizeriſchen Jura ſo vollſtändig entwickelt, daß Greßly ihre Karte entwerfen konnte, mit faſt ebenſo viel Sicherheit, als eine Karte der Coralleninſeln und Riffe im ſtillen Ocean.

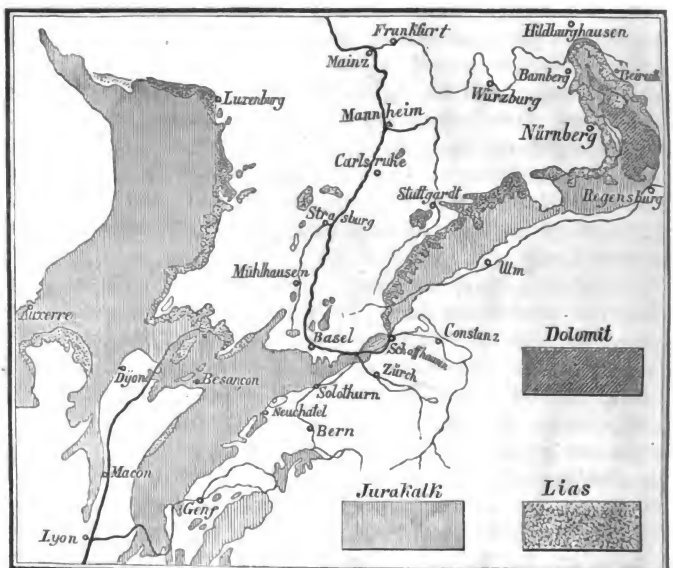
§. 504. Die Portlandgruppe bietet in ihren verſchiedenen Theilen große Wechſel im ſchweizeriſchen Jura. Die Kimmeridgemergel ſind meiſt nur in geringer Mächtigkeit vorhanden, ſehr kalkig, erdig und mit ſehr vielen Foſſilien verſehen, meiſt aber ſchlecht erhalten. Darüber dehnen ſich ungemein mächtige Kalkſchichten aus, bald compact, mit erdigem, muſcheligem Bruche, bald ſpathig oder breccienartig, mit Corallen und Bruchſtücken von Foſſilien; erdiger und mergeliger da, wo die Ufer des Meeres waren, compacter in den Hochſeeregionen, eine reiche Menge von Foſſilien an erſteren Orten enthaltend. Je mehr nach Süden ſich der ſchweizeriſche Jura fortſetzt, deſto mächtiger entwickelu ſich dieſe Kalke; ihre Schichtenlager werden mehre tauſend Fuß dick; die Mergel von Kimmeridge verſchwinden gänzlich, und endlich bietet die ganze obere Juragruppe nur eine einzige, gewaltige Kalkmaſſe dar, faſt ohne Foſſilien, ohne petrographiſche Unterſchiede, unterhalb welcher erſt die Oxfordmergel den erſten Anhaltspunkt der Gruppirung gewähren.

§. 505. Der ſchweizeriſche Jura iſt Gegenſtand ſehr genauer Unterſuchungen geweſen, worin namentlich nachgewieſen wurde, wie ſehr die verſchiedenen Schichtenablagerungen ihre Natur ändern, je nachdem ſie an den alten Ufern des juraſſiſchen Meeres als Uferſchlamm, als Dünen und Sandlager, oder aber in der hohen See als feines Kalkpulver abgelagert wurden. Es iſt nachgewieſen worden, daß die Natur der Foſſilien, ihr Wechſel in demſelben Terrain, mit der petrographiſchen Beſchaffenheit in enger Beziehung ſteht, daß die Mollusker, Polypen und andere Seethiere überhaupt beſtimmte Stationen einnehmen, welche auf der Natur des Ufers, der Tiefe des juraſſiſchen Meeres und anderen Verhältniſſen beruhen, die noch heut zu Tage den größten Einfluß ausüben. Wir werden auf dieſe Unterſuchungen ſpäter zurückkommen, da ſie von dem höchſten Einfluß erſcheinen auf die Art und Weiſe, wie man ſich die Beſchaffenheit der Meere zur juraſſiſchen Zeit überhaupt vorſtellt.

Digitized by Google

Jura in Deutschland.

Fig. 182.



Jura in Deutschland, der Schweiz und Frankreich.

§. 506. Der Jura im Süden von Deutschland bildet einen weiten Bogen, der sich von Schaffhausen aus durch Schwaben und Franken bis in die Gegend von Bamberg und Baireuth erstreckt, und nur eine Fortsetzung des im Vorigen betrachteten schweizerischen Jura darstellt. Die Schichten im Großen betrachtet, fallen im Umkreise dieses weiten Bogens überall in der Richtung des Radius nach außen, so daß mithin die dem Mittelpunkte zugekehrten Schichtenlagen die tiefsten sind, und nach außen die obersten Schichten als Bedeckung aufliegen. Man unterscheidet im deutschen Jura hauptsächlich drei Gruppen, den schwarzen Jura am Fuße des Gebirges, flache Vorberge in Hügelgestalt, der in der ganzen Ausdehnung des Jurawalles denselben auf seiner nördlichen Seite wie ein Saum umgiebt, und sich um das nördliche Ende bei Baireuth wie ein Haken umherschlingt — es ist der Lias. Die unteren Schichten dieses Lias, die unmittelbar auf dem Keuper aufliegen, bestehen aus bräunlichen oder gelblichen Sandsteinen, untermischt mit Mergeln und dichten Kalksteinen. In den untersten

Digitized by Google

Lagern kommt namentlich die Gryphaea arcuata in ungeheuren Mengen vor. Der obere Lias beſteht beſonders aus ſchwarzen Schiefern mit großen Mengen von Poſidonien, weshalb ſie den Namen der Poſidonienſchiefer erhalten haben. Oberhalb dieſer Schiefer liegt noch eine dem deutſchen Jura eigenthümliche Schicht von Mergeln und Thonen, die beſonders bei Gundershofen im Elſaß ſehr bekannt iſt, einige charakteriſtiſche Muſcheln, die ihr eigenthümlich ſind, enthält (Trigonia navis; Gervillia pernoides) und von einigen Geognoſten zum Unteroolith gerechnet wird, wahrſcheinlicher aber noch dem Lias angehört.

§. 509. Auf dieſen Thonen liegen die für den mittleren oder braunen Jura in Deutſchland charakteriſtiſchen eiſenſchüſſigen, braunen Sandſteine, in welchen nur hie und dort einzelne compacte Kalkſteine, ſonſt nur Zwiſchenlager von Mergel auftreten, und die offenbar der ganzen Bathgruppe Englands, bis zum Oxfordthone, entſprechen. Es iſt unmöglich, in dieſen braunen Sandſteinen weitere Unterabtheilungeu zu machen. Ueber dieſen Sandſteinen liegt eine obere Schicht von ziemlich mächtigen Thonen, in welchen zuweilen dünne Schichten von Kalkſteinen auftreten, und als deren häufigſte Muſchel die Gryphaea dilatata, die Leitmuſchel des Oxfordthones, ſich findet. Es findet alſo auch hier im deutſchen, wie im ſchweizeriſchen Jura, eine beſtimmte Trennungslinie oberhalb des Oxfordthones Statt, Linie, die in England weniger bemerklich iſt.

§. 510. Der obere oder weiße Jura entſpricht den Schichten vom Coral-rag an aufwärts, und enthält mehre Abtheilungen, die man nur mit Mühe dem engliſchen paralleliſiren kann. Die unterſten, auf dem Oxfordthone liegenden Schichten bilden abwechſelnde Lager dünner, weißer Kalkſteine und Mergelſchichten, deren totale Höhe zuweilen bis 600 Fuß betragen kann, und die dem über dem Oxfordthone gelegenen Calcareous-grit und Thone zu entſprechen ſcheinen. Auf dieſen ſchieferartigen Schichten liegen nun ungeheuer mächtige Schichten eines weißen, compacten Kalkſteines, in welchem zahlloſe Mengen von Corallen vorkommen, ſo daß man nicht mit Unrecht den ganzen deutſchen Jura mit einem einzigen weiten Corallenriffe verglichen hat. Dieſe weißen, ſenkrecht abgeriſſenen Mauern, durch deren Verwitterung die einzelnen Corallen loſe werden und haufenweiſe die Felder bedecken, geben der ſchwäbiſchen Alp ihr eigenthümliches Anſehen.

§. 511. Der fränkiſche Jura unterſcheidet ſich durch eine eigenthümliche Umänderung dieſer gewaltigen Corallenriffe der ſchwäbiſchen Alp, welche durchaus in Dolomit umgeſetzt ſind, und ſo Maſſen von mehren hundert Fußen Mächtigkeit bilden, innerhalb welcher alle Foſſilien gänzlich verſchwunden oder höchſtens nur noch als mit Bergmilch angefüllte Höhlen übrig geblieben ſind. Das ganze Gebirge iſt dort in mannichfaltiger Art zerſprengt und zerklüftet, die unter dem Dolomit liegenden unveränderten Kalkſteinſchichten

Digitized by Google

zerworfen und erschüttert, und der Dolomit selbst auf die mannichfachste Art zerrissen, wodurch die vielen Höhlen entstanden sind, innerhalb welcher die bekannten großen Massen von tertiären Knochen abgelagert sind, welche der Gegend von Muggendorf, Gailenreuth und Streitberg ihre Berühmtheit verschafft haben. Die pittoresken Felsenlandschaften der fränkischen Schweiz beruhen einzig auf den durch die Verwitterung mannichfach veränderten Felsenformen des Dolomites.

§. 512. Neben dem Corallenkalke unterscheiden sich sehr wohl weniger weiße, oft gelbliche Kalke von compacter Structur, die man ihres Gehaltes an Nerineen und Diceraten wegen öfter auch Nerineen- und Diceratenkalk genannt hat, und die offenbar dem Portlandkalke gleichbedeutend sind. Den Kimmeridgemergel, welcher in England, Frankreich, und öfter auch in der Schweiz den Corallenkalk von dem Portlandkalke trennt, hat man in Deutschland noch nicht wiedergefunden.

§. 513. An einer beschränkten Stelle, die sicher in dem jurassischen Meere eine stille, wenig tiefe Bai darbot, deren schlammige Ufer nur allmählich sich unter die Wasserfläche senkten, in der Grafschaft Pappenheim, findet sich ein eigenthümliches Gebilde schieferiger Kalksteine, von äußerst feinem Korne, compacter Structur, ohne Spaththeile oder Adern, welche in der Nähe von Solenhofen in ungemeiner Menge als lithographische Schiefer ausgebeutet werden, und seit Erfindung der Lithographie einen Hauptindustriezweig des Ländchens bilden. Diese Platten, die eine Art Schale über dem Corallenkalke bilden, liegen in der Grafschaft Pappenheim waagerecht, und enthalten eine große Menge eigenthümlicher Fossilien, deren Erhaltung auf eine sehr große Ruhe in der Bildung nachweist, indem sogar Insecten und andere sehr zarte Körper sich versteinert finden. Die lithographischen Schiefer sind offenbar nur eine locale Bildung, die den unteren Schichten des Portlandkalkes angehört, und gerade hier so ausgezeichnet sich darstellt, weil die in einer höchst ruhigen Meeresbai gebildeten Schichten sich später nicht durch Hebungen zersplittert und modificirt haben. Der Portlandkalk der Schweiz bietet an vielen Orten in seinen unteren Schichten dasselbe Korn, dieselbe feine, compacte Masse dar, wie die lithographischen Schiefer, es ist aber nicht möglich, ihn zur Lithographie zu benutzen, da die mannichfachsten Hebungen ihn so zersplittert haben, daß keine größeren Platten gewonnen werden können. Man hat früher die lithographischen Schiefer mit den Schiefern von Stonesfield parallelisiren wollen, eine durchaus falsche Ansicht, welche auch zu ganz verkehrten Vorstellungen über den Jura Deutschlands im Allgemeinen führte.

§. 514. In dem nördlichen Deutschland bilden die jurassischen Gebilde einen langen, schmalen, mehrfach gewundenen und zerworfenen Streifen, der sich am Nordrande des Teutoburgerwaldes von West nach Ost hinzieht,

Digitized by Google

durch die Porta Westphalica nach Hannover hin fortſetzt, und endlich bei Braunſchweig einen Halbring um die nördlichen Ausläufer des Harzgebirges macht. (Siehe die Karte des Harzes.) Faſt überall kommt hie und da als unterſtes Glied der juraſſiſchen Gebilde in dieſer Gegend der Lias zu Tage, mit denſelben Sandſteinen, Gryphitenkalken, Belemnitenſchichten und Poſidonienſchiefern, wie in Süddeutſchland, die durchaus dieſelben petrographiſchen Charaktere und dieſelben Foſſilien bieten.

§. 515. Oberhalb des Lias treten die Kalke und Oolithe in größerer Mächtigkeit auf. Der untere Oolith oder Dogger findet ſich am ausgezeichnetſten in den Umgebungen der Porta Westphalica in einer Mächtigkeit von 200 Fuß als ein brauner, eiſenſchüſſiger Sandſtein mit Eiſenlagern ganz in der Weiſe wie in Süddeutſchland die Sandſteine des braunen Jura. Auch hier ſcheint dieſer Dogger der ganzen Bathgruppe bis zum Orfordthone zu entſprechen, und einzelne Abtheilungen nicht gemacht werden zu können. Der Orfordthon iſt nur ſtellenweiſe in der Tiefe der Brunnen, die im Coral-rag angelegt wurden, getroffen worden.

§. 516. In dem oberen Jura Norddeutſchlands findet ſich zuerſt ein dünner, kalkiger, ſchieferiger Sandſtein, mit dunkelen, ſandigen Kalken untermiſcht, die dem Calcareous-grit entſprechen, über welchen dann an einzelnen Orten ein dichter, gelblichweißer Kalk aufliegt, der große Mengen von Corallen enthält, und gewiß der wahre Coral-rag iſt. An den meiſten Orten enthält aber der Coral-rag nur ſehr wenige Corallen, ſondern iſt meiſt mehr oder minder oolithiſch, zuweilen ſelbſt ſandig, mit untermiſchten Thonſchichten, und enthält hauptſächlich Muſcheln und andere Foſſilien der Art — eine Erſcheinung, die nicht auffallen kann, da in demſelben Meere und auf demſelben Boden die Production von Corallen, Muſcheln ꝛc. ſehr abwechſelnd je nach den verſchiedenen Localitäten iſt. An einigen, doch nur beſchränkten Oertlichkeiten iſt der Corallenkalk durch Dolomite erſetzt. Auf dem Corallenkalke endlich zeigt ſich der Portlandkalk, aus gelbgrauen oder gelbweißen, dichten Kalkmergeln beſtehend, in welchen nur wenig Kalk vorkommt, und die von einem eigenthümlichen, dunkeln, oft ſchwarzen Thone überdeckt ſind, der mit vieler Wahrſcheinlichkeit den unteren Mergeln und Thonen des Néocomien paralleliſirt werden dürfte. Man hat dies Gebilde, deſſen wir bei Betrachtung der Kreide erwähnen werden, den Hilsthon genannt.

§. 517. Unter den Verſteinerungen der juraſſiſchen Gebilde werden in Deutſchland beſonders als charakteriſtiſch aufgeführt:

Im Lias:

Ammonites Bucklandi. Fig. 234. Conybeari, Brookii; Bechei*, capricornus*, amaltheus*, costatus*, serpentinus*, Walcotti*, radians*, fimbriatus*, annulatus*, Davoei*, heterophyllus*.

Digitized by Google

Nautilus aratus.
Belemnites paxillosus*, Fig. 241. arcuarius*, digitalis*.
Lima gigantea. Fig. 227.
Unio(?) concinna.
Pinna Hartmanni. Fig. 226.
Gryphaea arcuata, Fig. 208, cymbium*, Fig. 209.
Spirifer Walcotti. Fig. 201
Pholadomya ambigua*.
Plicatula spinosa*.
Terebratula numismalis, Fig. 202, tetraedra*, triplicata*.
Lepidotus gigas*, Tetragonolepis*.
Ichthyosaurus communis*, Fig. 251—253, tenuis*, platyodon*, Fig. 254.
Pentacrinus subangularis*, Fig. 193 u. 194, briareus*.
Avicula monotis.
Posidonia Bronnii.
Inoceramus gryphoides.

Die mit * bezeichneten in den oberen Liasschichten.

§. 518. Im mittleren Jura:

Nucula Hammeri, Fig. 225, lobata.
Cypricardia obliqua.
Cytherea trigonellaris.
Gervillia pernoides, gastrochaena.
Trigonia navis, Fig. 217, clavellata, Fig. 218, costata, Fig. 219.
Ammonites Murchisonae, discus, Herveyi, Iason, Koenigii, sublaevis, Lamberti, hecticus.
Belemnites giganteus, Fig. 242, canaliculatus.
Pecten disciformis, Fig. 214, personatus, Fig. 215, lens, Fig. 213.
Cerithium muricatum.
Astarte excavata.
Pholadomya Murchisoni.
Perna mytiloides. Fig. 216.
Lima proboscidea.
Ostrea Marshii. Fig. 206.
Cidarites maximus.
Terebratula varians.
Gryphaea dilatata. Fig. 210.

§. 519. Im oberen Jura:

Terebratula impressa, nucleata, lacunosa.
Ammonites perarmatus, alternans, polyplocus, polygyratus, biplex, bifurcatus, flexuosus, inflatus.
Nautilus aganiticus.
Belemnites semisulcatus.
Apiocrinus mespiliformis. Fig. 191 u. 192.
Galerites depressus.
Cidarites coronatus.
Scyphia cylindrica, costata.
Cnemidium ramulosum.
Astraea helianthoides. Fig. 187.
Lithodendron trichotomum.

§. 520. Im Nerineen- und Diceratenkalke:

Nerinea suprajurensis. Fig. 230.
Terebratula trilobata, insignis, substriata, trigonella.
Mytilus pectinatus.
Pholadomya acuticosta, donacina.
Isocardia excentrica.
Pteroceras Oceani. Fig. 228.
Pinna granulata.
Diceras arietina. Fig. 222.

Digitized by Google

Jura in den Alpen.

In der Nähe der Alpen, so wie in den Alpenketten selbst, modificiren §. 521.
sich die jurassischen Gebilde so bedeutend, daß erst in der neuesten Zeit dieselben genauer verfolgt werden konnten. Von dem südlichen französischen Jura erstreckt sich ein weites Band jurassischer Schichten über Chambery, das Ende des Genfersee's gegen den Thunersee hin und von da längs des Nordrandes der Alpenkette nach Osten fort. Der Salève bei Genf verbindet den eigentlichen schweizerischen Jura mit diesem alpinischen Arme. Die Fossilien sind in dieser Gebirgskuppe schon sehr schlecht erhalten, und man unterscheidet nur die höheren Glieder der Juragebilde; zu unterst einen weißen, compacten oder oolithischen Kalk, der kreidig aussieht und namentlich viele Polypen enthält — es ist der Corallenkalk. Die Oolithe sind namentlich in seinen oberen Schichten sehr bedeutend entwickelt, in welchen sich die Dicerasmuscheln finden, so daß diese Schicht als der ächte Diceratenkalk betrachtet werden muß. Ueber diesem Diceratenkalke liegt der Portlandkalk, ein grauer, compacter Kalk, der zuweilen mergelig und bläulich wird, und auf dem dann die unteren Kreideglieder ruhen. In der Form des Salève spricht sich noch ganz die Gestalt der jurassischen Halbdome aus, die auf einer Seite zerrissen, dort steile Mauern zeigen, während die Abhänge der anderen Seite durch die abfallenden Schichten selbst gebildet, minder steil erscheinen. In dem alpinischen Arme des Jura, der von Chambery her über den Nordrand der Berneralpen hin nach Osten zieht, bemerkt man anfangs noch dieselbe Tendenz zur Dombildung, denselben einförmigen Charakter der Thäler, wie in den ächten Jurakalken, nur sind die Formen rauher, die Ketten nicht nur quer, sondern auch in schiefer Richtung gespalten, und deshalb die Thalwände pittoresker. Je tiefer man nun in die Alpen eindringt, desto mehr schwärzt sich der anfangs weiße oder hellgraue Jurakalk, und geht so allmählich in den dunkelschwarzblauen Alpenkalk über. In den eigentlichen Alpen nun, wo der Jurakalk unmittelbar den Granit und Gneiß des Centralkernes berührt, finden sich sehr wechselnde Schichten von dolomitischen Kalksteinen, gelblichbraune Rauchwacke mit Gypsen, rothe Thonschiefer mit Thongallen oder Talkconglomeraten, die zuweilen für sich allein ganze Berge bilden, und darüber eisenschüssige Oolithe, die oft viele Fossilien enthalten, namentlich Ammoniten und Belemniten, deren Arten jedoch meist unbestimmbar sind.

Oberhalb dieser, offenbar von der Einwirkung der Centralmassen der §. 522.
Alpenkette im höchsten Grade veränderten Schichten, die wahrscheinlich in größerer oder geringerer Ausdehnung die ganze jurassische Reihe vom Lias bis zu den Alpen in sich begreifen, liegt nun der Hochgebirgskalk in unge-

Digitized by Google

heuer mächtigen Massen, die zuweilen große, in den Gneiß eingekeilte Bruchstücke bilden, und in Form bedeutend hoher Berge vor der Centralkette sich aufthürmen, deren Abstürze nach dem Centralkerne gerichtet sind. Der Hochgebirgskalk ist grau oder schwarz, springt wie Glas und enthält meist keine Versteinerungen, so daß sein Alter nur schwer zu bestimmen ist. Im Allgemeinen aber scheint er dem Corallen- und Portlandkalke zu entsprechen, wenn nicht der letztere durch eine Art schwarzer, glänzender Schiefer repräsentirt ist, die sich an einigen Punkten oberhalb des Hochgebirgskalkes zwischen diesem und der Kreide finden, meist bedeutende Mengen von Eisenerz enthalten, und zuweilen auch einige Ammoniten finden lassen.

§. 523. Die Flora der juraſſischen Gebilde bietet manche Eigenthümlichkeit dar. In ihr treten zuerst zahlreiche Seetange (Fucoiden) auf, deren analoge Arten noch jetzt in den Meeren grünen, und oft weite, schwimmende Bänke bilden. Die Arten dieser oft weichen, leicht zersetzbaren Pflanzen im fossilen Zustande zu bestimmen, erscheint fast unmöglich, da ihre Formen meist nur sehr schlecht erhalten, die Eigenthümlichkeiten ihrer Structur aber fast gar nicht mehr in dem Gesteine erkannt werden können. Unter ihnen zeichnet sich besonders eine Gruppe lederartiger, fadenförmiger und ungegliederter Gewächse mit ästigen oder zerstreuten Sporangien aus, zu welchen namentlich die Balioſtichen gehören, die röhrenförmige, doppelt getheilte Aeste haben, deren Oberfläche in Rautenfelder spiralig getheilt sind, in deren Mitte die punktförmigen Sporangien sitzen.

Fig. 183.

Baliostichus ornatus.
Aus den lithographischen Schiefern von Pappenheim.

Fig. 184.

Zamia pectiniformis.
Von Stonesfield.

§. 524. Eine bedeutende Rolle spielten unter den Landpflanzen der juraſſischen Zeit die Cycadeen, jene eigenthümlichen Gewächse der heißen Zone, welche das Verbindungsglied zwischen den Farrenkräutern einerseits und den Nadelhölzern andererseits zu bilden scheinen. Man hat mehre Geschlechter dieser Familie in den fossilen Cycadeen unterschieden.

Die Zamien haben gefiederte Blätter mit meist ganzrandigen, spitzen Fiederblättchen, die mit ihrer ganzen Basis der Mittelrippe ansitzen, ohne auf ihre vordere

Digitized by Google

Fig. 185.

Cycadites (Mantellia) megalophyllus. Aus dem Kalke der Insel Portland.

oder hintere Fläche überzugreifen. Die Nerven der Blättchen sind sehr fein, gleich und parallel.

§. 525. Die Mantellien oder Cycaditen bilden rundliche, fast kugelförmige Stämme, ganz bedeckt mit rautenförmigen queren Blattansätzen, in welchen man hie und da Spuren von frischen Blattknospen sieht, mit sehr deutlichem, strahlig gestreiftem, losem Holzringe. Die Blätter selbst sind unbekannt; die Stämme stehen an manchen Orten neben einander, wie in einem Walde.

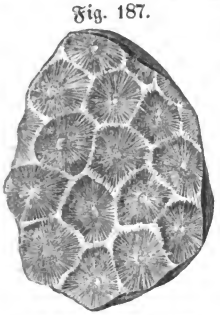
Fig. 186.

Mamillaria Desnoyersi. Aus dem Kalke von Mamerz.

§. 526. Außer den Cycadeen kommen noch viele Farrenkräuter und Coniferenstämme vor, sowie die Mamillarien, eine durchaus zweifelhafte Art nicht sehr dicker, langer Stämme, die regelmäßige, sechsseitige, abgestumpfte Höcker mit einer concaven Narbe auf der Spitze zeigen. Ihre Stellung ist durchaus unbekannt.

§. 527. In der Fauna der jurassischen Gebilde nehmen die Corallenpolypen einen besonders wichtigen Rang ein, da sie förmliche Bänke und Riffe darin bilden, die in vieler Beziehung den jetzt in der Südsee vorhandenen ähnlich sind. Das schon früher erwähnte Geschlecht der Astraen zeichnet sich noch besonders aus, und mehre Arten desselben finden sich an vielen Orten in ungeheuren Massen angehäuft.

Fig. 187.

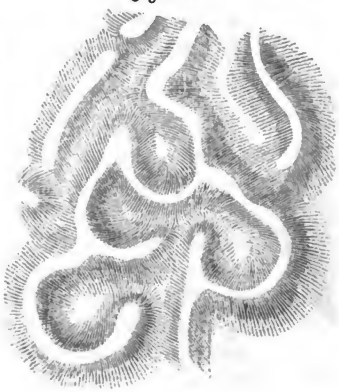


Astraea helianthoides. Aus dem Coral-Rag.

§. 528. Die Mäandrinen bilden halbkugel- oder kugelförmige, dichte, steinartige Massen, auf deren convexer Oberfläche mannichfache Sternblätter quer von bogig gewundenen und geschlängelten Rippen und Leisten ausgehen. Das Ganze sieht

Digitized by Google

Fig. 188.



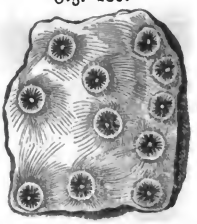
Maeandrina montana.
Aus dem Coral-rag.

§. 529.

grob ſchattirten Berggräten auf einer Karte nicht unähnlich.

Die Explanarien bilden kalkige, feſtgewachſene Polypenſtöcke mit blattartig ausgebreiteter Oberfläche. Röhrenartige Sternzellen, von dichter Kalkmaſſe umgeben, verlängern ſich in die Tiefe. Die Zellen ſtehen ohne ſcheinbare Ordnung zerſtreut.

Fig. 189.



Explanaria lobata. Aus dem Coral-rag.

Fig. 190.

§. 530.

Die Lobophyllien unterſcheiden ſich von den Caryophyllien, mit denen ſie ſonſt die größte Aehnlichkeit haben, durch eine große Zahl ſchneidender, ſcharfer und ausgezackter Lamellen, wodurch die Zellen in eine entſprechende Anzahl von Rinnen getheilt werden.

§. 531.

Unter den geſtielten Echinodermen oder den Enkriniten zeichnen ſich während der juraſſiſchen Zeit namentlich zwei Familien aus, diejenige der Apiokriniten, wo die Köpfe maſſiv, rund, die

Fig. 191.

Apiocrinus mespiliformis. Kopf.

Fig. 192.

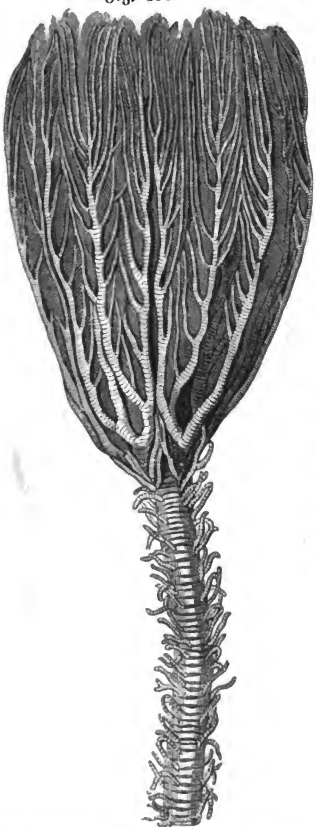
A. mespilif. Säulenſtück. Aus dem Corallenkalke.

Lobophyllia semisulcata. Aus dem Coral-rag.

Arme nur einfach getheilt und die Tentakeln ebenfalls maſſiv erſcheinen, ſo daß dieſe Foſſilien in ihrem äußeren Verhalten ziemlich dem Encrinus des Muſchelkalkes gleichen. Die Säule iſt drehrund, und meiſt findet man nur

Digitized by Google

Fig. 193.



Pentacrinus subangularis. Aus dem Lias.

einzelne Glieder oder Köpfe, von welchen die zehn Arme getrennt sind, so daß nur der kopfartige Theil der Kerne übriggeblieben ist.

§. 532. Die Pentakrinen (Fig. 193 u. 194) haben fünfkantige Säulen mit einfachem Nahrungskanal, und auf diesen einen Wedel von ungemein zertheilten Armen, die auf einem kaum merklichen Kopfe aufsitzen. Die federartige Vertheilung der Aeste, Zweige und Zweiglein, sowie die sonnsternartigen fünfeckigen Figuren, welche die Säulenglieder dieser Pentakriniten auf ihren Gelenkflächen zeigen, lassen sie leicht erkennen, zumal da die Säule eine große Menge von Hülfsarmen besitzt, deren Eindrücke sich an vielen Säulengliedern zeigen.

Fig. 194.

Säulenstück desselben, vergrößert.

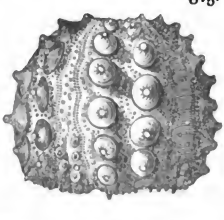
§. 533. Die Seeigel des Jura sind in großer Zahl und Mannichfaltigkeit vorhanden und meist für die Bestimmung der einzelnen Schichten und Gruppen weit den Muscheln vorzuziehen, da ihre Schale weit mehr Charaktere darbietet, welche zur leichten Unterscheidung der Arten dienen können. Alle freien Seeigel oder Echiniden haben mehr oder minder ausgebildete Stacheln, die bald nur feinen Haaren gleichen, bald gewaltige keulenförmige Organe sind, die auf besonderen Warzen der Schale aufsitzen und leicht abfallen; die Schale umschließt das ganze Thier, ist aus einzelnen Kalkplättchen zusammengefügt und zeigt stets zwei bestimmt verschiedene Oeff-

Digitized by Google

nungen, Mund und After, deren wechselnde Stellung sehr geeignete Anhaltspunkte bietet; auf der Schale finden sich, in bestimmte Linien geordnet, feine reihenförmige Oeffnungen sehr verschiedener Gestalt und Anordnung, die sogenannten Ambulacren, durch welche die Thiere Saugnäpfe und Haftorgane als Bewegungs- und Fangwerkzeuge hervorstreckten. Meist herrscht die Fünfzahl in diesen Schalen vor; die Ambulacren namentlich bilden meist einen im Scheitelpunkte zusammenlaufenden fünftheiligen Stern.

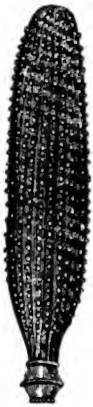
§. 534. Die eigentlichen Cidariten haben einen weiten, rundlichen, centralen Mund, der meist zehntheilig eingekerbt ist und den After im Scheitel der

Fig. 195.



Hemicidaris (Cidaris) crenularis. Terrain à Chailles; Corallenkalk.

Fig. 196.



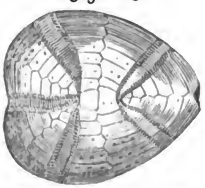
Cidaris Blumenbachii. Stachel. Terrain à Chailles.

Schale. Die Warzen der Schale, welche die Stacheln tragen, sind ungemein groß, halbrund, erhaben, mitten durchbohrt; die Stacheln ungemein groß, meist keulenförmig angeschwollen. Letztere findet man meist getrennt von den Schalen, so daß man viele noch nicht mit Sicherheit hat bestimmen können, und Schale einerseits, Stachel andererseits einen verschiedenen Namen tragen. Man hat das Genus Cidaris in viele kleinere Genera zerlegt meist nach der Structur der Ambulacren, der Warzen ꝛc., auf welche einzugehen hier zu weit führen würde.

Fig. 197.

Cidaris glandifera. Stachel. Terrain à Chailles.

Fig. 198.



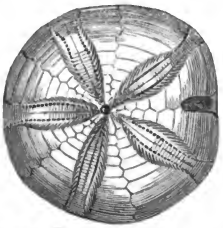
Dysaster capistratus. Orfordmergel.

§. 535. Das Geschlecht der Dysaster (Fig. 198) unterscheidet sich von allen anderen Seeigeln durch die merkwürdige Eigenthümlichkeit, daß seine Ambulacren nicht im Scheitel in einen Punkt zusammenlaufen, sondern sich in zwei Gipfelpunkten vereinigen; einer für die drei vorderen, ein anderer

Digitized by Google

für die beiden hinteren Ambulacralreihen. Der Mund liegt auf der unteren Seite nach vorn, der After hinten am Rande. Die Dysaster sind hauptsächlich jurassisch und deshalb ein vortrefflicher Anhaltspunkt.

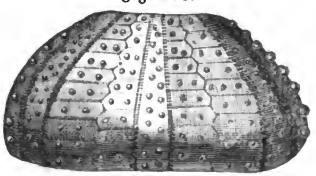
Fig. 199.



Clypeus Hugi. Aus dem unteren Oolith.

Die Clypeusarten haben eine runde Form, §. 536.
einen runden, auf der Unterfläche gelegenen Mund, während der After auf der oberen Fläche in einer tiefen, rundlichen Grube liegt. Ihre Ambulacren bilden einen eleganten, fünfstrahligen Stern. (Fig. 199.)

Fig. 200.

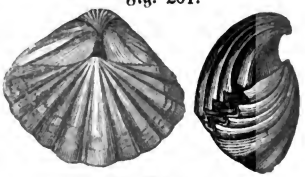


Diadema seriale. Unterer Lias.

Das Genus Diadema hat eine §. 537.
rundliche Form, durchbohrte Warzen, gleichförmig convergirende Ambulacren aus paarigen Löchern gebildet, und meist nur zwei Reihen stacheltragender Warzen auf den Feldern zwischen den Ambulacren. Die Stacheln sind dünn, cylindrisch, der Mund zehneckig. (Fig. 200.)

Der Lias ist die einzige Gruppe aus dem Jurakalk, welche noch einige Arten §. 538.
des in den paläozoischen Gebilden so häufigen Genus Spirifer enthält; in den übrigen jurassischen Abtheilungen kommen nur Terebratuln vor, diese aber in großer Zahl und sehr charakteristischen Arten (Fig. 201, 202, 203, 204, 205).

Fig. 201.



Spiriler Walcotti.
Aus dem Gryphitenkalk.

Fig. 202.

Terebratula numismalis.
Aus der Belemnitenschicht des Lias.

Fig. 203.

Terebratula globata.
Aus dem unteren Oolith.

Fig. 204.

Terebratula impressa.
Aus dem Oxfordmergel.

Fig. 205.

Terebratula Thurmanni.

Digitized by Google

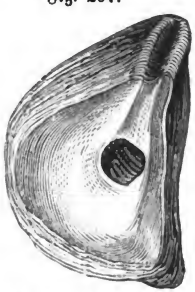
§. 539. Unter den einmuskeligen Muscheln der jurassischen Gebilde zeichnen sich vor allen die Geschlechter der Austernfamilie aus, welche hier zuerst bedeutende Bänke bilden, deren äußerer Habitus durchaus den Austerbänken unserer Küsten entspricht.

Die eigentlichen Austern (Ostrea) sind mit der rechten größeren Schale angewachsen, während die linke deckelartig darauf liegt. Die Schale selbst ist stets sehr unregelmäßig, da ihre Form sehr nach dem Platze sich richtet, auf welchem sie angeheftet ist. Das Schloß ist zahnlos, das Schloßband in einer großen, kegelförmigen Grube verborgen, die größentheils im dreieckigen Schloßfelde der rechten größeren Schale liegt. Der Muskeleindruck ist meist sehr tief und groß; die Buckeln, der der rechten Schale besonders, ohne seitliche Krümmung. Viele Austerarten sind deshalb bezeichnend für ihre Schichten, da sie in ungeheurer Menge vorkommen. Bei dem großen Wechsel ihrer äußeren Form aber ist es oft unmöglich, die einzelnen Arten zu erkennen. (Fig. 206, 207.)

Fig. 206.

Ostrea Marshii. Aus dem Oxfordmergel.

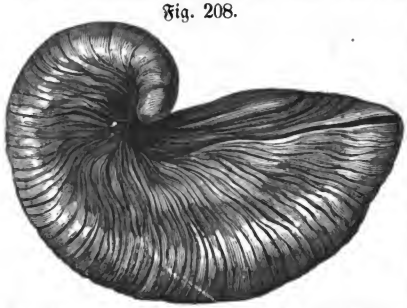
Fig. 207.



Ostrea deltoidea. Aus dem Kimmeridgemergel.

§. 540. Die Gryphäen unterscheiden sich von den Austern einzig durch den Buckel der rechten Schale, der sich spiralig nach innen eindreht. Wahrscheinlich war die Muschel frei oder doch nur lose angeheftet, weshalb in diesem Geschlechte die äußere Form nur wenig variirt und jedenfalls keine so ungemein große Veränderlichkeit zeigt, wie die Austern. Die Gryphäen (Fig. 208, 209, 210, 211)

Fig. 208.

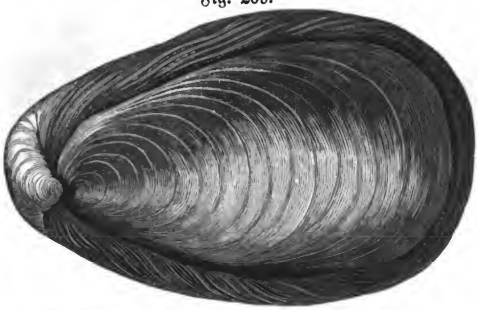


Gryphaea arcuata. Aus dem unteren Liaskalk (Gryphitenkalk).

Digitized by Google

geben durch ihr geſelliges Zuſammenſein in ungeheuren Mengen und durch ihre conſtanten ſpecifiſchen Merkmale herrliche Leitmuſcheln für die einzelnen Schichten ab.

Fig. 209.



Gryphaea cymbium. Aus dem mittleren Lias.

Fig. 210.

Gryphaea dilatata. Aus dem Orfordthon.

Fig. 211.

Gryphaea virgula.
Aus dem Kimmeridgemergel.

Fig. 212.

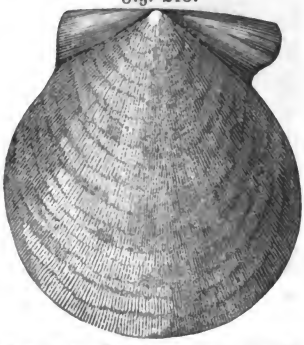
Plicatula spinosa.
Aus der Belemnitenſchicht des Lias.

§. 541. Den Auſtern ziemlich nahe ſteht ein anderes Geſchlecht angehefteter Muſcheln, die Plicatulen. Dieſe haben ungleiche Schalen ohne Ohren, ſchmal am Schloß, nach unten abgerundet, mit zwei ſtarken, winkelförmig divergirenden Schloßzähnen in jeder Schale, zwiſchen welchen das dreieckige Schloßband verſteckt iſt. Die Oberfläche dieſer Muſcheln iſt meiſt gewellt oder gefaltet; die Buckeln nicht vorſtehend. Der Muskeleindruck liegt in der Mitte.

Digitized by Google

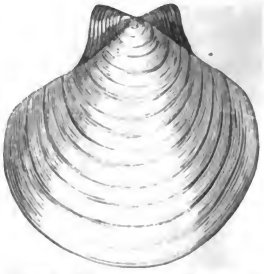
§. 542. Die schon früher erwähnten Kammmuscheln (Pecten) zeigen in den jurassischen Gebilden mannichfache Vertreter, von welchen die folgenden, als besonders häufig und leicht kenntlich, für ihre Lagerungen als Leitmuscheln dienen können. (Fig. 213, 214, 215.)

Fig. 213.



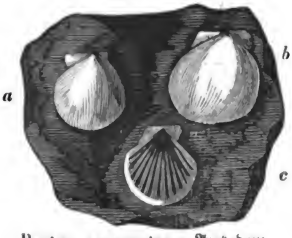
Pecten lens. Aus dem unteren Oolith.

Fig. 214.



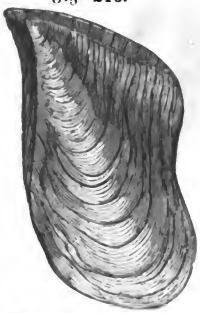
Pecten disciformis Aus dem mittleren Jura.

Fig. 215.



Pecten personatus. Aus dem oberen Lias.
a. Linke Schale. *b*. Rechte Schale von Außen. *c*. Schale von Innen.

Fig. 216.



Perna mytiloides. Aus dem Eisenoolith.

§. 543. Sehr leicht zu unterscheiden sind die Muscheln, die zum Genus Perna gehören (Fig. 216). Sie zeichnen sich durch eine längliche, platte Gestalt, fast gleiche Schalen und ein langes, gerades Schloß aus, welches aus zwei dicken Leisten besteht, in denen tiefe Einschnitte sich befinden. Die Einschnitte des linken Schlosses entsprechen den Einschnitten des rechten Schlosses und nicht den Erhöhungen. Die beiden Schalen greifen demnach nicht im Schlosse in einander, sondern legen sich platt zusammen, und die Einschnitte dienen zur Befestigung der vielen kleinen Bänder, welche bei den Pernen statt eines einzigen Bandes sich finden. Vorn findet sich ein klaffender Ausschnitt zum Durchtritt des Byssus; im Inneren sieht man einen großen Muskeleindruck, der mehr im oberen Theile der Schale liegt.

Digitized by Google

Fig. 217.

Trigonia navis. Oberer Lias.

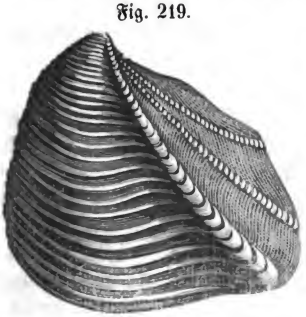
§. 544.

Die Trigonien (Fig. 217, 218, 219), deren Gegenwart im Jura schon durch die nur wenig verschiedenen Myophorien des Muschelkalkes angekündigt war, zeigen im Jura eine Menge charakteristischer Arten. Diese Muscheln sind meist mehr oder minder dreieckig, ihre Schalen sind ungemein dick und scheinen ein sehr festes Schloßband besessen zu haben, da man nur höchst selten offene Exemplare, sondern meist nur durchaus geschlossene Muscheln oder Steinkerne findet. Die Muschel ist gleichschalig, ungleichseitig; die Schloßzähne lang seitlich zusammengedrückt, Vförmig gestellt und mit queren Einschnitten versehen, die den Myophorien fehlen; auf der linken Schale befinden sich vier Zähne, die nur auf einer Seite Einschnitte tragen, während die rechte Schale zwei, beiderseits gekerbte Schloßzähne besitzt. Das Schloßband ist äußerlich Die Steinkerne zeichnen sich durch die spitz dreieckige Form und die zwei rundlichen Muskeleindrücke aus, welche durch die vom Mantel herrührende Rinne verbunden werden. Fast jede Schicht des Jura hat ihre eigenthümliche Trigonie.

Fig. 218.

Trigonia clavellata. Aus dem Orfordmergel.

Fig. 219.

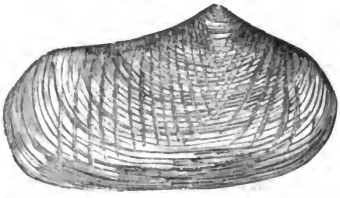


Trigonia costata. Aus dem unteren Oolith.

Digitized by Google

§. 545. Man findet hauptsächlich in denjenigen Schichten des Jura, welche einst schlammigen Meeresboden bildeten, eine Menge von Muscheln aus der Familie der Myaceen, unter welchen sich namentlich die Goniomyen auszeichnen. Diese Muscheln haben nämlich bei sonst nicht auffallender äußerer Gestalt das Eigenthümliche, daß ihre Rippen von beiden Seiten her zusammenneigen, und so auf jeder Schale eine V förmige Figur bilden, deren Spitze nach unten gerichtet ist. Die Goniomyen finden sich nur im Jura und der unteren Kreide.

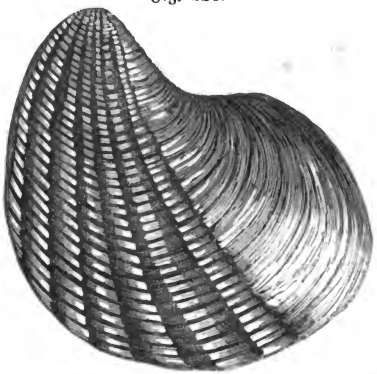
Fig. 220.



Goniomya literata. Terrain á Chailles.

§. 546. Zu derselben Familie gehören auch die Pholadomyen (Fig. 221), ein außerordentlich zahlreiches Geschlecht sehr veränderlicher Muscheln mit entgegengesetzten Buckeln, dünner Schale, die meist zu beiden Seiten offen steht, auch bei vollständigem Schlusse, am meisten aber nach hinten. Der Manteleindruck zeigt einen tiefen Ausschnitt am hinteren Theile. Das Schloß ist zahnlos und hat nur eine leichte Rinne und entgegengesetzten Wulst zur Befestigung des kurzen Bandes.

Fig. 221.

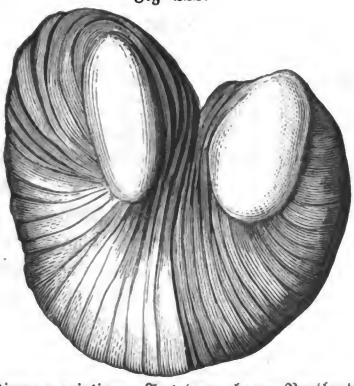


Pholadomya exaltata. Aus dem Orfordthon.

Man findet meist nur die Steinkerne dieser Muscheln. Die einzelnen Arten sind so häufig, daß sie vortreffliche Leitmuscheln geben könnten, wenn nicht die unterscheidenden Merkmale so gering wären, daß man nur mit größter Mühe die Arten unterscheiden kann und deshalb steten Verwechselungen ausgesetzt bleibt. Man sollte aus diesem Grunde die Pholadomyen gar nicht mehr zur Charakterisirung der Schichten anwenden, da man mit vollem Rechte sagen kann, daß nur geübte und sehr speciell geübte Zoologen im Stande sind, die Arten zu unterscheiden.

Digitized by Google

Fig. 222.

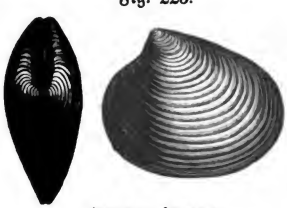


Diceras arietina. Aus dem oberen Portlandkalke (Diceratenkalk).

Eine eigenthümliche, unter allen Umständen leicht kenntliche Form von Muscheln bilden die Doppelhörner, Diceras (Fig. 222), deren Arten einzig auf die oberen jurassischen Schichten beschränkt sind. Beide Schalen sind ungemein dick, unregelmäßig, ungleich, hornförmig ausgezogen und eingerollt. Das Schloß ist sehr complicirt und mit Erhabenheiten versehen, die mehr oder minder diejenigen der menschlichen Ohrmuschel nachahmen. §. 547.

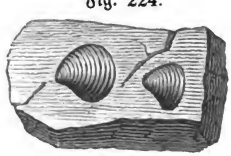
Die Astarten haben eine fast kreisrunde Form mit zwei gleichen Schalen, die vollkommen schließen und meist selbst zu vollständigerem Schlusse innerlich gekerbt sind längs des Randes. Das Schloß hat zwei Zähne an §. 548.

Fig. 223.



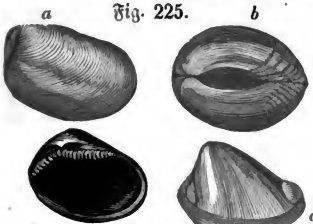
Astarte elegans.
Aus dem oberen Coral-rag (Astartenkalk).

Fig. 224.



Astarte minima.

Fig. 225.



Nucula Hammeri. Aus dem oberen Lias.
a. Von der Seite. b. Von oben.
c. Eine Schale von innen. d. Steinkern von der Seite.

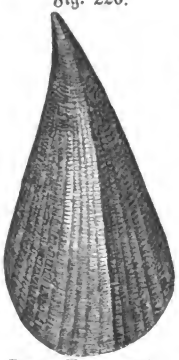
jeder Schale; der vordere Muskeleindruck ist durch einen Quervorsprung in zwei getrennte Eindrücke getheilt. Das Band liegt äußerlich. Die runden Anwachsstreifen treten sehr stark wulstig hervor. (Fig. 223 u. 224.)

Die Nuculen (Fig. 225) aus der Familie der Arcaceen kommen besonders häufig in allen oolithischen Schichten vor. Es sind meist kleine, regelmäßige Muscheln mit äußerlichem, randlichem Bande, einem viel- §. 549.

Digitized by Google

fach gezahnten Schloſſe, deſſen Zähne eine in ſtumpfem Winkel gebrochene Reihe bilden. In dem Buckel der Schale befindet ſich ein großer löffelförmiger Zahn, der indeß leicht zerſtört wird. Die beiden Muskeleindrücke ſind ſtark und durch einen einfachen Manteleindruck verbunden.

§. 550. Fig. 226.



Pinna Hartmanni.
Aus dem unteren Lias.

Die Steckmuſcheln (Pinna) (Fig. 226) laſſen ſich leicht an ihrer geſtreckt dreieckigen oder fächerförmigen Geſtalt erkennen; ſie ſind gleichſchalig dünn; die Buckeln bilden die ſchmale Spitze, und dicht hinter ihnen befindet ſich der kleine vordere Muskeleindruck. Der Schloßrand iſt gerade und zahnlos; vorn befindet ſich ein bedeutender Ausſchnitt für den Byſſus.

§. 551. Die Feilenmuſcheln (Lima) haben zwei ungleichſeitige Schalen, die nur ſehr wenig von einander verſchieden ſind, einen geraden, freien Schloßrand mit einem einſeitigen Ohre und einem dreieckigen Schloßfelde. Die Buckeln der Schalen ſtehen aus einander. Das Schloß ſelbſt iſt zahnlos und hat eine dreieckige, innerliche Rinne. Am hinteren Rande befindet ſich bald ein Ausſchnitt für den Byſſus, bald fehlt ein ſolcher. Man hat die Arten ohne Byſſusausſchnitt in ein beſonderes Geſchlecht, Plagioſtoma, vereinigt, während man nur denjenigen, welche einen ſolchen beſitzen, den Namen Lima gelaſſen hat (Fig. 227), eine Trennung, die nicht gerechtfertigt ſcheint. Die Feilenmuſcheln beginnen ſchon im Muſchelkalke und gehen durch alle Formationen bis in die Jetztwelt.

Fig. 227.

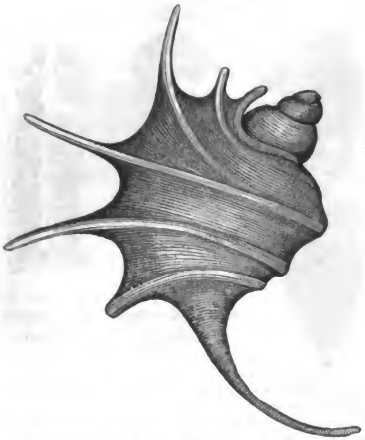
Lima (Plagiostoma) gigantea.
Aus dem Lias.

§. 552. Die Flügelhörner (Pteroceras) haben eine dicke, ovale Schale mit meiſt niedriger Spindel; die Mundöffnung iſt länglich ſchmal nach vorn in einen langen, gebogenen Kanal ausgezogen; der äußere Mundrand in einen Flügel erweitert, der hinter dem Kanale einen Ausſchnitt hat und vielfache Zacken und Spitzen trägt; der innere Mundrand iſt glatt oder

Digitized by Google

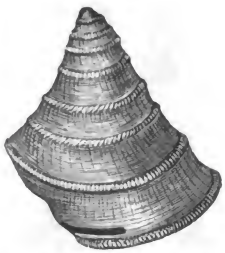
ſchwielig. Die Zacken ſind bei den foſſilen Arten meiſt abgebrochen. (Fig. 228.)

Fig. 228.



Pteroceras Oceani. Aus dem Portlandkalke.

Fig. 229.



Pleurotomaria conoidea. Aus dem unteren Oolith.

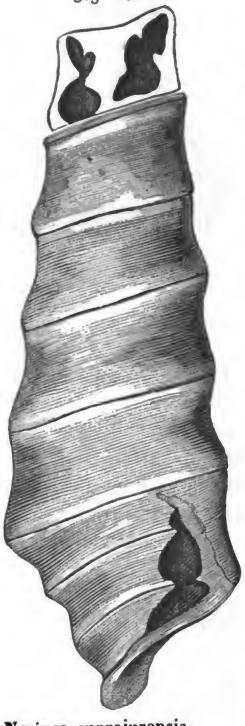
§. 553. Die Pleurotomarien (Fig. 229) haben eine dicke, kegelförmig gewundene Schale mit etwas gewundener Spindel und viereckig ſchmaler Mundöffnung, an deren äußerem Rande zunächſt am Umfange ein ſchmaler, tiefer Spalt ſich zeigt, deſſen Exiſtenz das Geſchlecht von den ſehr nahe verwandten Kreiſelſchnecken (Trochus) unterſcheidet. Die Oberfläche der Schale iſt meiſt gegittert.

§. 554. Ein eigenthümliches Geſchlecht nur foſſiler Schnecken, das faſt ausſchließlich auf die juraſſiſchen Gebilde vom unteren Oolith an beſchränkt ſcheint, iſt das Genus Nerinea, von dem man jetzt mehr als dreißig Arten aus allen Welttheilen kennt. Nur eine Art ſcheint in der ächten Kreide vorhanden; alle übrigen in den Schichten des Jura und noch im neokomiſchen Gebilde, der unterſten Kreideablagerung. Die Geſtalt der Nerineen iſt meiſt ſehr langgeſtreckt, thurmförmig oder ſelbſt faſt cylindriſch; die Schale iſt ſehr dick, die Mundöffnung ſcharfrandig, mehr oder minder rhomboidal. Der merkwürdigſte Charakter dieſes Geſchlechtes beruht in einigen auf der inneren Fläche vorſpringenden Falten der Schale, welche in die Höhle der Schnecke hereinragen und bei zunehmendem Alter derſelben ſich vergrößern, ſo daß die letzten Windungen der Schnecke faſt gar keine Höhlung mehr beſitzen, indem die wuchernden Falten ſie ausfüllen. Je näher der Mundöffnung, deſto dünner iſt auch die Schale und deſto kleiner ſind die Falten, die indeß in der Mundöffnung ſelbſt ſtets ſehr ſichtbar ſind.

Digitized by Google

Die hier abgebildete Nerinea suprajurensis ist durchaus charakteristisch für die oberen Schichten des Portlandkalkes, wo sie in ungeheuren Mengen, zuweilen ganze Bänke bildend, vorkommt.

Fig. 230.



Nerinea suprajurensis. Darüber eine Windung mitten durchschnitten.

Fig. 231.

Nerinea Mosae. Aus dem Coral-rag.

Fig. 232.

Nerinea Godhallii. Aus dem Coral-rag.

Fig. 233.

Dieselbe im Längsdurchschnitt.

§. 555.

Die Ammoniten mit äußerlich gezähnelten Kammerwänden bilden vom Muschelkalke bis zur Kreide eine ungemein lange Reihe von Arten, die oft bei ihrer Häufigkeit und der charakteristischen Form ihrer äußeren Verzierungen sehr bezeichnend sind. Die Ammoniten sind gleichförmig aufgerollte, gekammerte Schalen eines dintenfisch- oder nautilusartigen Thieres. Das Thier lebte in der äußersten Kammer der Schale, die meist ungemein groß im Verhältniß zu den übrigen Kammern ist. Diese letzteren waren hohl mit Luft angefüllt und dienten so dem Thiere als Gegengewicht, gleichsam als Schwimmblase. Eine durch diese Kammern durchgehende Röhre, der Sipho, diente nicht, wie man glaubte, als Vermittler zwischen den einzelnen Kammern und dem Thiere, wodurch letzteres die Luft in den Kammern willkührlich verdichten oder verdünnen konnte, sondern es war einfach eine Kalkröhre, die einen Sehnenstrang beherbergte, wodurch das Thier an die Schale befestigt war. Der Sipho der Ammoniten steht an dem äußeren Rande der Schale, welche von den Windungen abgewandt ist. Man hat diese Seite, obwohl mit großem Unrecht, den Rücken des Ammoniten genannt, da, nach der Beschaffenheit

Digitized by Google

des jetzt noch lebenden Nautilus, gerade der Bauch nach außen, der Rücken des Thieres aber nach innen gegen den Centralpunkt der Schale gewandt iſt. Indeß iſt die Behauptung ſo in den Gebrauch übergegangen, daß man fortfahren wird, den Sipho der Ammoniten dorſal zu nennen, obgleich derſelbe eigentlich ventral iſt.

Fig. 234.

Ammonites Bucklandi.
Aus dem Lias.

Die Schalen der Ammoniten waren meiſt äußerſt dünne, ſo daß nur die Steinkerne mit den Kammerwänden erhalten ſind. Die Kammerabtheilungen ſind gewellt, auf dem Rande meiſt blattförmig ausgezackt, und bilden mehre Ein- und Ausbiegungen, die man Sättel und Loben genannt hat. Die Loben ſind die nach hinten gerichteten Einbiegungen, die Sättel die nach vorn hervorſtehenden Ausbiegungen; jede Scheidewand hat wenigſtens

Fig. 235.

Ammonites catena.
Aus dem Lias.

Fig 236.

Ammonites striatulus.
Aus dem unteren Oolith.

ſechs Loben, vier ſeitliche, auf jeder Seite zwei, einen dorſalen und einen ventralen, welche durch Sättel von einander getrennt ſind und zu welchen noch acceſſoriſche Loben und Sättel kommen können.

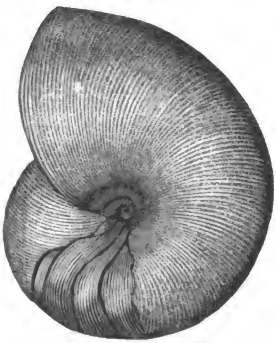
Die erſte Kammer der Ammoniten iſt meiſt nicht erhalten. Man hat indeß an einigen Orten, namentlich in England, Ammoniten gefunden, wo der äußerſte Rand der Schalenöffnung ſich vollkommen intact zeigte, und wo man bald einen mittleren, ſchnabelartigen Vorſprung, bald ſeitliche, weit vorragende Lappen erblickte. Man erkennt die Arten meiſt durch die Art der Einrollung, die mehr oder minder vollſtändig iſt, durch die äußeren Verzierungen, die Form des Durchſchnittes ꝛc. Die Familien, welche unter den Ammoniten aufgeſtellt worden ſind, erleichtern ſehr die Kenntniß der ein-

Digitized by Google

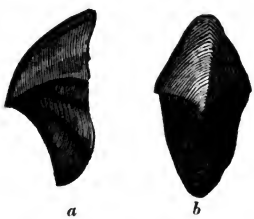
zelnen Arten, und die Eintheilung des so zahlreichen Geschlechtes in einzelne Gruppen; sie können aber in zoologischer Hinsicht auf keine Bedeutung Anspruch machen.

§. 556. Die Nautilen, deren schon früher Erwähnung gethan wurde, kommen in den jurassischen Schichten mit mannichfachen Arten vor, deren einige durch ihre große Verbreitung und ausgezeichneten äußeren Charaktere als Leitmuscheln gelten können. Außer den Schalen selbst findet man sowohl im Jura, als auch im Muschelkalke viele versteinerte Schnäbel dieser Cephalopoden, welche denen der lebenden ziemlich ähnlich und unter den Namen Rhyncholithes und Conchorhynchus bekannt sind. Diese Schnäbel haben im Allgemeinen die Form von Papagaien- oder Schildkrötenschnäbeln.

Fig. 237.



Nautilus lineatus.
Aus dem unteren Oolith.

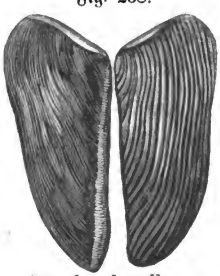


a *b*

a. Der Schnabel von der Seite.
b. Derselbe von vorne.

§. 557. In den meisten Juraschichten kommen räthselhafte Versteinerungen vor, die aus zwei gleichen, dreiseitigen Stücken bestehen, die mit dem einen Rande an einander liegen, platt mit concentrischen Streifen versehen sind, keine Spur von Schloß oder Muskeleindruck zeigen, und im Inneren aus prismatischen Zellen zu bestehen scheinen. Man hat lange über die Natur dieser Theile gestritten; da man sie oft bei und in Ammoniten gefunden hat, so ist es sehr wahrscheinlich, daß sie innere, feste Theile dieser Thiere waren. Durch die anatomischen Studien über den Nautilus, den einzigen jetzt lebenden Cephalopoden mit gekammerter Schale, ist es wahrscheinlich geworden, daß diese muschelartigen Stücke in der Dicke des Trichters lagen, durch welchen die Cephalopoden das Athemwasser aus-

Fig. 238.

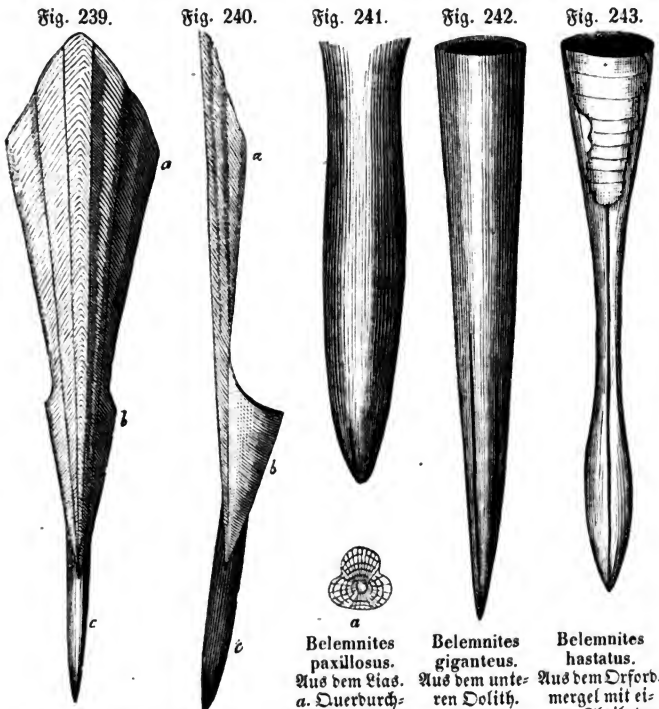


Aptychus lamellosus.
Von Solenhofen.

Digitized by Google

trieben, und daß ſie zum Anſatze der Muskeln dieſes ſehr fleiſchigen Theiles beſtimmt waren.

Zu den merkwürdigſten Verſteinerungen gehören die Belemniten (Fig. §. 558.
239 bis 243), welche vom Lias bis zur Kreide in großer Menge vorkommen und namentlich im Lias oft ganze Lager bilden. Meiſt bilden ſie cylindriſche oder platte Körper, an der einen Seite zugeſpitzt oder lanzenartig geſchärft, an der andern mit einer coniſchen, mehr oder minder langen Höhle.



Anſichten eines vollſtändigen Belemnitenknochens.
a. Hornblatt. *b.* Alveole. *c.* Körper.
Nach Fragmenten reſtaurirt.

Belemnites paxillosus.
Aus dem Lias.
a. Querdurchſchnitt an der Spitze gemacht.

Belemnites giganteus.
Aus dem unteren Oolith.

Belemnites hastatus.
Aus dem Orfordmergel mit einem Theile der Alveole.

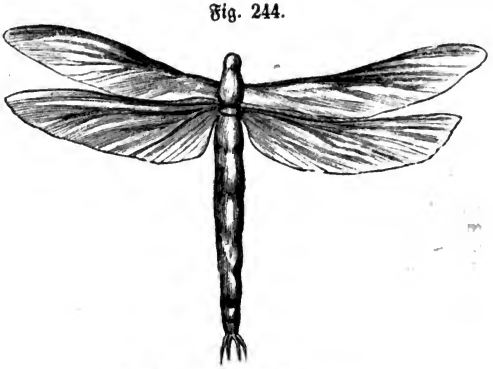
Der Belemnit iſt meiſt an dieſer Seite zerbrochen, und es hat lange Unterſuchungen und Beſeitigung vieler Irrthümer gekoſtet, bis man auf richtige Anſichten gekommen war, die in der neueſten Zeit dadurch beſtätigt wurden, daß in England Belemniten gefunden wurden, welche noch vom

Digitized by Google

Abdrucke des Thieres, in welchem sie staken, umgeben waren. Es ist jetzt bestimmt, daß diese Reste innere Knochen eines Cephalopoden waren, der in seiner Gestalt dem Kalmar sich näherte und wahrscheinlich, wie dieser, zehn Arme hatte, unter denen sich acht gleich lange und zwei längere befanden. Diese Arme trugen Saugnäpfe, die mit scharfen Haken bewaffnet waren. Die Thiere hatten zwei große Schwimmflossen, innerlich einen Dintensack, dessen Sepia meist sehr gut erhalten ist, und scheinen überhaupt im Uebrigen ganz den jetzt lebenden Kalmaren analog gewesen zu sein. Ein vollständiger Belemnit ist aus drei Stücken zusammengesetzt, von denen man aber meist nur das untere, den Schnabel oder Körper, erhalten findet, das, wie schon bemerkt, meist cylindrisch und solid ist. Das obere Ende des Körpers (*c*) (Fig. 239 u. 240) bildet eine conische, becherförmige Höhle, in welcher die Alveole oder der Phragmoconus (*b*) steckt; eine wahre gekammerte Schale mit Luftkammern, die wie Uhrgläser auf einander geschichtet sind, und durch welche ein Sipho hindurchgeht, der an der Seitenwand der Alveole anliegt. Der hintere Theil der Alveole endlich setzt sich in ein blattartiges Gebilde fort, das wahrscheinlich, wie bei den Kalmaren, hornartig war, und deshalb das Hornblatt genannt wird. Das Hornblatt (*a*) ist nur sehr selten erhalten; die Alveole meist von dem Körper oder Schnabel getrennt und dieser noch außerdem meist oben zerbrochen. Man hat eine große Anzahl von Arten unterschieden, die aber in neuester Zeit sehr vermindert und als zufällige oder Alters-Varietäten erkannt worden sind.

§. 559. In den Schiefern von Solenhofen zeigen sich außer anderen sehr zarten und wohlerhaltenen Fossilien auch eine Menge versteinerter Insecten, welche namentlich der Familie der Libellen oder Wasserjungfern angehören (Fig. 244). Geschlecht und Art dieser Libellen ist meist unbestimmbar, da

Fig. 244.



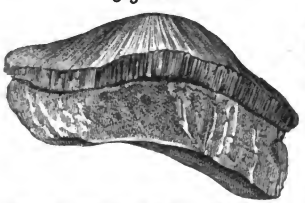
Fossile Libelle von Solenhofen.

Digitized by Google

die wichtigſten Kennzeichen, Fühlhörner, Mundtheile, Beine und Netzwerk der Flügel verloren gegangen ſind; allein ſchon ihre bedeutende Größe (es giebt deren von einem halben Fuß im Durchmeſſer) zeugt von der ſpecifiſchen Verſchiedenheit dieſer Libellen. Es liefert aber deren Anweſenheit in den Solenhofer Schiefern einen neuen Beweis, daß die Bildung derſelben in einer ruhigen, eingeſchloſſenen Bucht vor ſich ging, wo die Ufer nicht ſehr entfernt ſein konnten.

Die juraſſiſchen Gebilde ſtellen ſich in Hinſicht ihrer Fiſche als ein durchaus neuer Abſchnitt in der Geſchichte der Erde dar, indem von nun an die Formen mit ungleichlappiger Schwanzfloſſe (Heterocerken), welche wir unter den paläozoiſchen Formen zuerſt und allein herrſchend erblickten, mehr und mehr zurückſinken und den gewöhnlichen Geſtalten mit gleichlappiger Schwanzfloſſe (Homocerken) Platz machen. Im Uebrigen finden ſich indeß, wie unter den paläozoiſchen Fiſchen, nur Ganoiden mit Schmelzſchuppen oder Placoiden, d. h. Knorpelfiſche, von welchen meiſt nur Zähne und Rückenſtacheln erhalten ſind. §. 560.

Fig. 245.

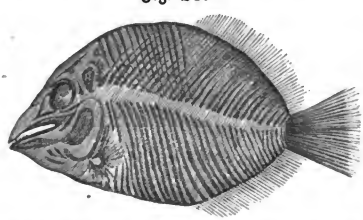


Strophodus longidens. Aus dem unteren Oolith. (Calcaire de Caen in der Normandie.)

Unter den Ceſtracionten der juraſſiſchen Gebilde zeichnen ſich namentlich die Strophodusarten aus — längliche Zähne an beiden Enden abgeſtutzt, in der Mitte erhaben, deren Längsaxe etwas gedreht iſt, ſo daß das Volk ſie oft mit verſteinerten Blutegeln vergleicht. Die Oberfläche dieſer Zähne iſt gefaltet und geſtreift, meiſt ſelbſt gegittert; die Wurzel breit, platt und ſchwammig.

Die Ganoiden treten mit äußerſt mannichfaltigen und charakteriſtiſchen Formen auf. Die Pycnodonten, deren wir ſchon früher erwähnten, zeigen hier mehre Geſchlechter, unter welchen das Geſchlecht Pycnodus ſelbſt das zahlreichſte iſt. Es ſind kurze, hohe Fiſche mit ſehr ſchnell abfallendem Kopfprofil, hochliegenden Augen und ziemlich weitem Maule. Das Skelett iſt ſehr ſtark; die Wirbelfortſätze namentlich ſehr bedeutend und im Nacken noch durch eigenthümliche, ſchiefe Knochenſtacheln verſtärkt. Die Floſſen ſind niedrig, aber ziemlich lang; §. 561.

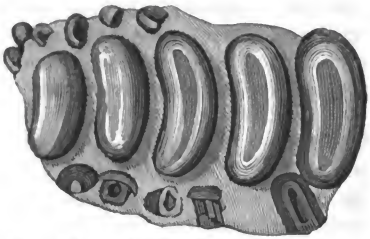
Fig. 246.



Pycnodus rhombus. Abdruck des ganzen Fiſches. Torre d'Orlando.

Rücken und Afterflosse überziehen die ganze hintere Hälfte des Körpers; die Schwanzflosse ist fächerförmig, gleichlappig. Die Brustflossen sind sehr klein; Bauchflossen fehlen. Die Zähne dieses Geschlechtes sind breit, flach und meist ziemlich abgenutzt; sie haben meist eine bohnenförmige Gestalt; besonders diejenigen in der Mitte der Kiefer. Die Seitenzähne sind kleiner, rundlich; die vorderen Schneidezähne meißelförmig. Im compacten Portlandkalke namentlich sind diese, meist zerstreut vorkommenden Zähne bei dem Mangel anderer Fossilien vortreffliche Wegweiser.

Fig. 247.

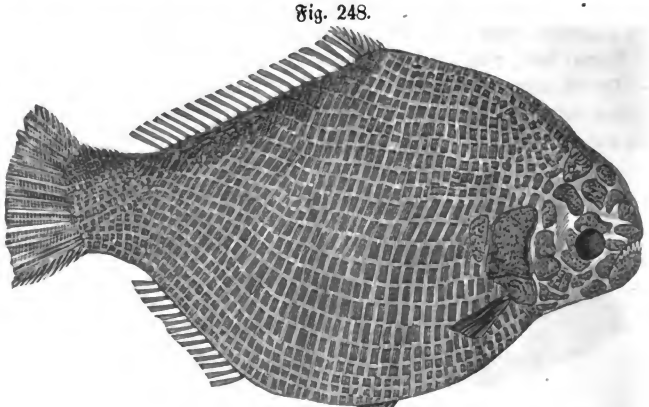


Pycnodus gigas. Kinnladenstück aus dem Portlandkalke.

§. 562. Die Familie der Lepidoiden zeichnet sich im Jura namentlich durch die Geschlechter Dapedius, Tetragonolepis, Lepidotus und Pholidophorus aus.

Die ersten beiden Geschlechter unterscheiden sich nur durch ihre Zähne, welche bei Dapedius ausgeschweift und zweispitzig, bei Tetragonolepis einspitzig scharf sind. Im Uebrigen haben diese Fische einen platten, hohen, kurzen Körper, kleinen Kopf mit kleiner Mundspalte; unbedeutende, kurze Flossen; die Bauchflossen stehen in der Mitte des Bauches; Rücken- und Afterflosse einander gegenüber; die Schwanzflosse ist gleichlappig. Die Schup-

Fig. 248.



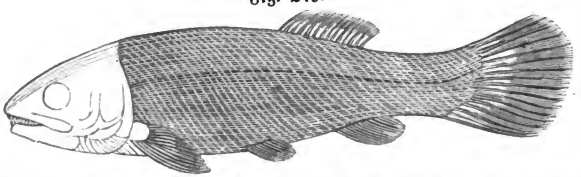
Dapedius punctatus. Aus dem Lias

Digitized by Google

pen sind rhomboidal, dick, mit dicker, glänzender Schmelzlage bedeckt und durch knöcherne Gelenkzapfen zusammengehalten.

Die Sauroiden der jurassischen Gebilde unterscheiden sich von denjenigen §. 563.
der älteren Schichten durch ihre meist gleichlappige Schwanzflosse. Die Megalurusarten haben eine sehr große, abgerundete Schwanzflosse, eine ziemlich gedrungene, kräftige Gestalt; ziemlich hohe Rückenflosse und große Brustflossen. Der Kopf ist kurz, die Mundspalte nicht sehr groß, aber mit dicken, conischen Zähnen bewaffnet. Die Schuppen sind groß und hinten abgerundet, so daß sie in ihrer Gestalt einigermaßen den Schuppen der Karpfen gleichen.

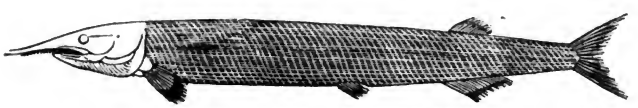
Fig. 249.



Restauration von Megalurus. Aus den oberen Juraschichten von Solenhofen und Kehlheim.

In den jurassischen Schichten treten zum ersten Male Fische mit schna- §. 564.
belförmig verlängerter Schnauze auf, die hier zu den Sauroiden gehören. Die Aspidorhynchus gehören zu dieser Gruppe: sie sind lang, schmal, cylindrisch; der Oberkiefer erstreckt sich schnabelförmig weit über den Unterkiefer hervor, wie bei dem Schwertfische. Beide Kinnladen sind mit spitzen, conischen, ungleichen Zähnen besetzt. Die Schuppen sind höher als lang, meist mehr als doppelt so hoch in der Nähe der Seitenlinien. Die Rücken- und Afterflosse, einander entgegengesetzt, liegen sehr weit nach hinten, wie beim Hecht. Die Schwanzflosse ist halbmondförmig. Man findet Aspidorhynchen in Solenhofen, sowie in der Kreide.

Fig. 250.



Restauration von Aspidorhynchus.

Die Reptilien der jurassischen Gebilde sind namentlich durch die Familie §. 565.
der Enaliosaurier oder Seeeidechsen ausgezeichnet, welche nur zwei charakteristische Geschlechter einschließt, die Ichthyosauren und die Plesiosauren, deren Charaktere so sehr von denjenigen der übrigen Saurier abweichen, daß

Digitized by Google

sie, bei ihrer abenteuerlichen Form und bedeutenden Größe fast überall durch Zeichnung und Beschreibung bekannt sind. Die Enaliosaurier im Allgemeinen haben biconcave Wirbel, durchaus wie Fischwirbel gebildet; vier Ruderfüße ohne Krallen, deren handartige Verlängerung aus einzelnen rundlichen Knochenstücken zusammengesetzt ist und ein plattes Ganze bildet, ohne Krallen und ohne Fingerabtheilungen; spitze, kegelförmige Zähne, welche in einer langen, vertieften Rinne längs der Kiefer stehen, außerdem aber noch in eigenen Zahnhöhlen sitzen, wie die Zähne der Crocodile, und wo die Ersatzzähne ebenfalls in der Höhle des alten Zahnes durchbrechen. Der Kopf hat in seiner Zusammensetzung große Aehnlichkeit mit der Structur des Crocodilkopfes, während die flossenförmigen Ruderfüße sonst nirgends bei den Reptilien vorkommen und die doppelt ausgehöhlten Wirbel eine unverkennbare Fischähnlichkeit bedingen.

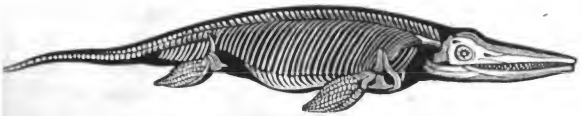
§. 566. Die Ichthyosauren erreichten bis vierzig Fuß Länge; sie hatten einen dicken Hinterkopf mit langer, spitzer Schnauze, in welcher 120 bis 160 spitze, kegelförmige, längsgestreifte Zähne stehen, welche beim Schließen des Mundes in einander greifen. Die Augenhöhlen sind ungeheuer groß, kreisförmig, und in ihnen findet sich meist ein becherförmiger Knochenring, aus mehren einzelnen Stücken zusammengesetzt, der eine mittlere, runde Oeffnung läßt und offenbar in der weißen Augenhaut, der Sklerotika, eingebettet lag, wie dies auch jetzt noch namentlich bei Vögeln und Schildkröten der Fall ist. Die osteologischen Eigenthümlichkeiten des Kopfes stehen zwischen Leguanen und Crocodilen in der Mitte. Der Hals ist äußerst kurz, gerade gestreckt und aus etwa fünf bis zehn Wirbeln zusammengesetzt. Der rippentragenden Rückenwirbel sind gegen vierzig; man hat deren bis zu neun Zoll Durchmesser gefunden. Alle Wirbel trennen sich leicht von den einzelnen Fortsätzen, welche auf ihnen ruhen, und erscheinen dann wie Dambrettsteine, die auf beiden Seiten vertieft sind. Die Rippen umfassen den ganzen Leib und vereinigen sich in einem Tförmigen Brustbeine. Die vorderen Flossenfüße mit dem Schulterapparat sind stärker als die hinteren mit dem Becken. Der Schwanz ist verhältnißmäßig kurz für ein eidechsenartiges Thier; nicht ganz so lang als der Rumpf. Die Flossen waren wohl ohne Zweifel mit eckigen Knochen oder Hornplatten bedeckt, der übrige Körper nackt.

Diese Thiere hatten, wie viele der jetztlebenden Fische, eine Spiralklappe im Darm, wodurch ihre Excremente eine gewundene, schneckenförmige Gestalt erhielten. Man hat diese, unter dem Namen der Coprolithen bekannten fossilen Excremente häufig in der Bauchhöhle verschiedener Ichthyosauren gefunden, und aus den darin eingebackenen Knochenschuppen von Fischen, die mit ihnen vorkommen, schließen müssen, daß sie sich von Fischen besonders nährten und ohne Zweifel, nach ihrer Organisation zu schließen,

Digitized by Google

ungemein gefräßig waren. Mit Sicherheit kennt man Ichthyosauren nur aus dem Lias; die Angaben aus anderen Formationen beruhen auf einzelnen Zähnen und Knochenstücken, die meist verwechselt wurden.

Fig. 251.

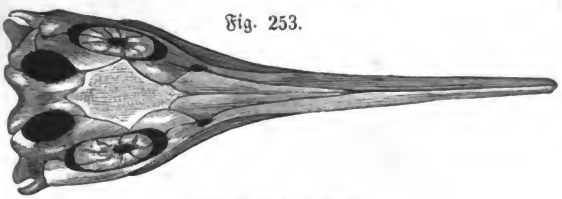


Das ganze Skelett von Ichthyosaurus communis. Aus dem Lias.

Fig. 252.

Der Kopf von der Seite.

Fig. 253.



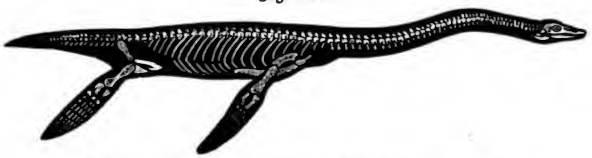
Der Kopf von oben.

Fig. 254.

Ein Zahn des Ichthyosaurus platyodon in natürlicher Größe.

Wenn möglich noch abenteuerlichere Formen zeigen die Plesiosauren, §. 567. welche in allen allgemeinen Charakteren mit den Ichthyosauren übereinstimmen, allein von ihnen namentlich durch große Länge und Biegsamkeit des Halses abweichen, der in der langhalsigen Art fast der vorderen Hälfte

Fig. 255.

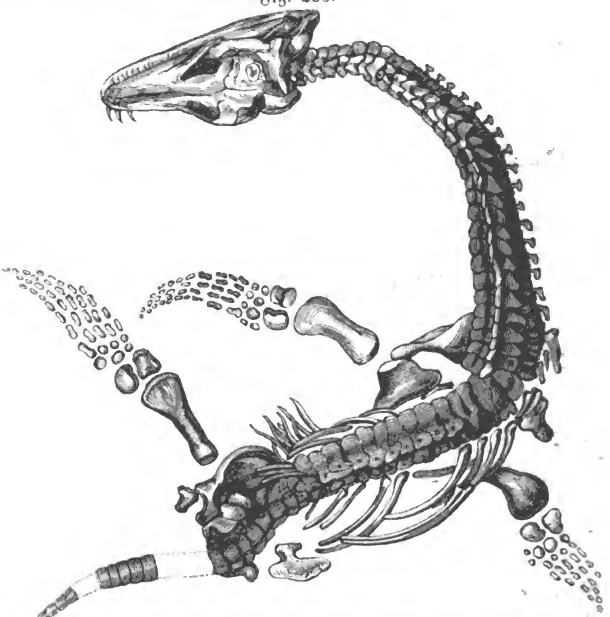


Restauration von Plesiosaurus dolichodeirus. Lias.

Digitized by Google

einer Schlange gleicht. Der Kopf iſt klein, die vorn zuſammengewachſenen Kiefer mit feingeſtreiften Kegelzähnen beſetzt, die namentlich im Unterkiefer länger werden und als Fangzähne anzuſehen ſind; die Ruderfüße ſind länger, als bei Ichthyoſaurus, der Schwanz kurz und ſtielförmig. Das Thier ſchwamm wahrſcheinlich wie ein Schwan mit Sförmig gebogenem Halſe und lebte von Fiſchen, wie die Ichthyoſauren, mit welchen die Skelette zuſammen vorkommen.

Fig. 256.



Ein faſt vollſtändiges Skelett von Plesiosaurus macrocephalus.

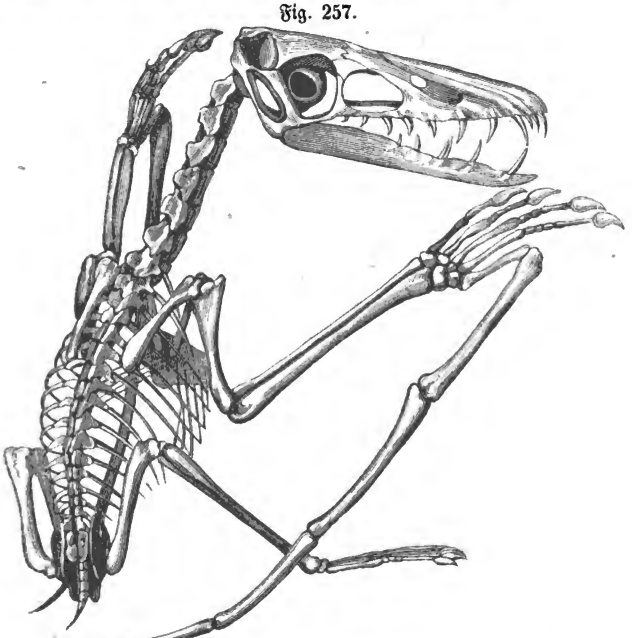
§. 568. Den Enalioſauriern in Hinſicht der Bezahnung nahe verwandt, aber in anderen Beziehungen ſehr von ihnen verſchieden, erſcheinen die Pterodactylen, deren Natur noch keineswegs ſo feſtgeſtellt ſcheint, als ſie verdiente. Der Kopf dieſer Reptilien iſt ſehr groß mit weiten Augenhöhlen und ungegliedertem Augenringe, der Rachen mit langen, ſpitzen, pfriemenförmigen Zähnen beſetzt, die in Zahnhöhlen ſitzen und die Erſatzzähne in ihrer Höhle bergen, der Hals iſt lang, ſtark, der Rumpf kurz, ſchwach und nach hinten in einen ſehr kurzen, dünnen Schwanz endigend. Der Schulterapparat iſt ſehr ſchwach, aus einem langen, ſäbelförmigen Schulterblatt, einem dünnen

Digitized by Google

Hakenschlüsselbein zusammengesetzt, ohne Gabelbein, der Oberarm kurz und ziemlich dick, die Unterarmknochen mehr als doppelt so lang. An diesen sitzt nun auf einigen kleinen Mittelhandknochen die merkwürdigste Hand im ganzen Thierreiche; innen vier dünne Krallenfinger, an welche sich nach außen ein ungeheuer langer, starker, säbelförmiger Finger anschließt, aus vier langen Gliedern gebildet. Dieser Finger für sich ist etwa so lang, wie Hals und Rumpf zusammengenommen. Die Hinterfüße sind schwach, mit Krallenfingern versehen, lang und an einem schwachen, kleinen Becken befestigt.

Die allgemeine Meinung der Naturforscher, die früher zwischen Säugethier, Vogel und Reptil schwankte, scheint jetzt definitiv dahin festgestellt, daß die Pterodactylen fliegende Reptilien gewesen seien. Die Reptiliennatur steht sicher fest; gegen das Fliegen aber sprechen noch immer sehr gewichtige, aus der Organisation des Knochensystemes abgeleitete Gründe.

Fig. 257.



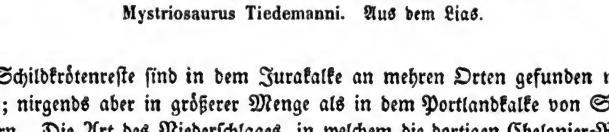
Pterodactylus crassirostris.
Restauration eines fast vollständigen Skelettes aus den Pappenheimer lithographischen Schiefern.

In den jurassischen Gebilden, vom Lias an aufwärts, finden sich eine §. 569.

Digitized by Google

große Menge crocodilartiger Reptilien, von denen einige den ächten Crocodilen gleichen, die meisten aber durch ihre ungemein lange, gestreckte Schnauze und die gekrümmten Hakenzähne den Crocodilen des Ganges, den Gavialen, sich anschließen. Indeß unterscheiden sich diese Teleosaurier durch mehre Charaktere von den Gavialen, mit denen sie namentlich in der Form des Kopfes und der Kiefer übereinkommen. Sie haben fischähnliche Wirbel, entweder mit doppelt ausgehöhlten Gelenkflächen, oder mit einer ebenen und einer hohlen Fläche, während die ächten Gaviale Wirbel mit Gelenkköpfen und Gelenkpfannen haben. Ihre Hautbedeckung bestand aus sehr dicken, knochenartigen Platten, der Schwanz war seitlich zusammengedrückt und offenbar ein sehr mächtiges Ruderorgan. Die Lage der Gaumen-Nasenöffnungen lag bedeutend mehr nach vorn, als bei den Gavialen. Man hat unter diesen Teleosauriern nicht nur eine Menge Arten, sondern auch fast ebenso viele Geschlechter als Arten unterschieden, die wahrscheinlich durch genauere und häufigere Vergleichung wieder zum größten Theile eingehen dürften. Die Mystriosauren unterscheiden sich vom eigentlichen Teleosaurus durch weit zahlreichere Zähne, schmaleren Schädel und ganz nach oben gerichtete Augenhöhlen.

Fig. 258.



Mystriosaurus Tiedemanni. Aus dem Lias.

§. 570. Schildkrötenreste sind in dem Jurakalke an mehren Orten gefunden worden; nirgends aber in größerer Menge als in dem Portlandkalke von Solothurn. Die Art des Niederschlages, in welchem die dortigen Chelonier-Reste eingehüllt liegen, die Vergesellschaftung mit anderen Fossilien machen es wahrscheinlich, daß an der angegebenen Stelle ein seichtes Flußdelta bestand, nach welchem hin die Schildkröten zur Zeit des Eierlegens kamen. Leider sind die erwähnten, im Museum von Solothurn aufbewahrten Fossilien noch nicht gehörig wissenschaftlich untersucht.

§. 571. Zu den merkwürdigsten Fossilien des Jurakalkes gehören die berühmten Säugethiere von Stonesfield, von welchen bis jetzt nur die Kiefer bekannt sind. Die Gegenwart von Säugethieren in jurassischen Schichten war allerdings äußerst auffallend, und man suchte alle möglichen Ausflüchte, indem man einerseits diese Kiefer Reptilien und nicht Säugethieren zuschreiben wollte, oder andererseits die Schiefer von Stonesfield den tertiären Schichten beigesellen zu können glaubte. Beide Ansichten sind zur Genüge widerlegt, und die verschiedenen Kiefer, die man gefunden, unter zwei Geschlech-

Digitized by Google

tern in drei Arten getheilt werden. Aus der Aehnlichkeit des Zahnbaues mit einigen Beutelthieren hat man geſchloſſen, daß dieſe erſten Säugethiere ebenfalls Beutelthiere geweſen ſeien, und zwar den fleiſchfreſſenden Beutelthieren angehört haben. Owen unterſcheidet zwei Geſchlechter, von welchen das eine, Thylacotherium, ſechs von einander getrennte Schneidezähne, einen mittelmäßig großen Reißzahn, ſechs falſche und ſechs wahre dreiſpitzige Backenzähne in der unteren Kinnlade hatte, mithin eine größere Anzahl von Backenzähnen, als irgend ein anderes bekanntes Säugethier, während das andere, Phascolotherium, nur drei falſche und vier wahre Backenzähne beſaß. So gewiß indeß durch die doppelten Wurzeln der Zähne, die Form des Gelenkkopfes des Unterkiefers und die verſchiedene Geſtalt der Zähne unter ſich die Natur dieſer Kinnladen feſtgeſtellt iſt, ſo läßt ſich doch hinwiederum nicht verkennen, daß die große Zahl von Backenzähnen, die gleichmäßige Entfernung der Zähne unter ſich und die einander ſo ähnliche Geſtalt der einzelnen Arten von Zähnen entfernte Aehnlichkeiten mit den Reptilien bieten.

Fig. 259.

Phascolotherium Bucklandi. Aus den Schiefern von Stonesfield.

8. Die Kreide.

(Terrain crétacé; Chalk.)

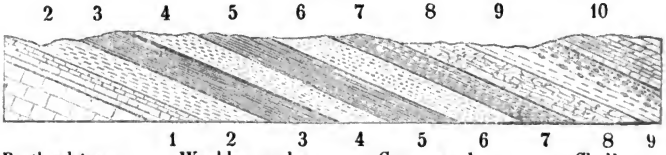
§. 572. In den Kreidegebilden noch mehr, als in den vorhergehenden Syſtemen, tritt die Nothwendigkeit ein, dieſelben nach geographiſchen Verhältniſſen zu betrachten, da die Verſchiedenheit der mineralogiſchen ſowohl als der paläontologiſchen Charaktere der hier zu gleicher Zeit abgeſetzten Schichten ſtets auffallender ſich kundgiebt. Der Geologe, der die Kreidegebilde des nördlichen und mittleren Europa's, mit ihren ſandigen Schichten und leicht zerreiblichen Kalkablagerungen kennt, wird erſt nach längerem Studium die maſſiven Felsgebilde des Südens, als zu demſelben Syſteme gehörend erkennen, und ſicher würde die Benennung der Kreide ſelbſt niemals zur Bezeichnung des ganzen Syſtemes aufgekommen ſein, wenn die Geologie, ſtatt in Deutſchland, England und Frankreich ſich entwickelt zu haben, in Italien, Südfrankreich und Spanien begonnen hätte. Auch bei den Kreide-

Digitized by Google

gebilden haben zuerſt die Arbeiten engliſcher Geologen die Aufeinanderfolge der Schichten kennen gelehrt, und auch hier ſind die meiſten Benennungen und Vergleichungen aus den in Großbrittannien herrſchenden Verhältniſſen hervorgegangen. Für die obere Kreide iſt dies allerdings nicht ohne Vortheil, da die Ablagerungen derſelben in England gleichſam einen Typus darſtellen, den der Continent wiederholt; — für die unteren Kreidegebilde aber können Englands Schichten nicht als Muſter gelten, da die Meerablagerungen, welche ſonſt überall in größter Ausdehnung hervortreten, hier ausnahmsweiſe durch ein bedeutendes Süßwaſſergebilde erſetzt ſind, deſſen Stellung ſelbſt im Syſteme noch nicht gehörig ermittelt iſt.

Kreide in England.

Fig. 260.



Schichtenfolge der Kreide in England.

1. Purbeck beds. 2. Hastings sand. 3. Weald-clay. 4. Lower green sand. 5. Gault. 6. Upper green sand. 7. Chalk-marl. 8. Grew chalk. 9. White chalk. 10. Tertiary rocks.

Der Wälderthon.
(Wealden rocks; Formation Wealdienne.)

§. 573. Das Wealdgebirge, welches namentlich in der Grafſchaft Suſſex in bedeutender Mächtigkeit auftritt, läßt ſich in drei Unterabtheilungen zerlegen.

Die Purbeckſchichten (Purbeck beds) (1 auf dem Durchſchnitte, Fig. 260) beſtehen hauptſächlich aus dünnen, wohlgeſchichteten, bläulichen Kalkſteinen, die oft nur einzig aus Petrefacten zuſammengebacken ſcheinen und ihrer großen Feſtigkeit wegen ſeit langer Zeit als Platten für die Trottoirs von London ausgebeutet werden. Dieſe Kalkſchichten wechſeln mit Schichten bläulichen Schieferthones; ſie ruhen unmittelbar auf den Kalkſteinen des Portlands auf, von welchen ſie ſich hauptſächlich durch die zahlreichen Paludinen und Cyprisſchalen unterſcheiden, welche den Beweis für ihre Ablagerung aus dem ſüßen Waſſer liefern. Außerdem findet man häufig Reptilien- und beſonders Schildkrötenreſte in ihnen; zuweilen auch Auſternbänke. Alle dieſe Erſcheinungen zeigen, daß der Purbeckkalk ſich in einer Bucht abſetzte, in welche ein bedeutender Fluß ſüßen Waſſers ſich er-

Digitized by Google

goß, dessen Delta den Schildkröten namentlich als Versammlungsort zur Zeit des Eierlegens diente, wie dies noch heut zu Tage in den Niederungen der Ströme der heißen Zone der Fall ist.

Ueber dem Purbeckkalke liegt der Hastingssand (2 auf dem Durch- §. 574.
schnitte, Fig. 260), eine sehr veränderliche Gruppe von Schichten, die besonders aus eisenschüssigem Quarzsande bestehen, welche mit sandigen Thonen und Mergeln abwechseln. Zuweilen geht der lockere Sand in festeren Sandstein über, an anderen Orten lagern sich allmählich graue, feste, concretionirte Sandkalke über und zwischen die Thonschichten. In den unteren, besonders sandigen Schichten finden sich Eisenlager und hie und da Ablagerungen von verkohltem Holze. Die Sandschichten sind besonders berühmt geworden durch die zahlreichen Reste untergegangener Reptilien, die zum Theil eine monströse Größe besessen zu haben scheinen.

Der eigentliche Wälderthon (Weald-clay) (3 auf dem Durch- §. 575.
schnitte, Fig. 260) überlagert den Hastingssand ohne bestimmte Grenze. Die Sand- und Kalkschichten dieses letzteren gehen allmählich in einen bläulichen Töpferthon über, der zuweilen schieferig wird und mit dünnen Schichten eines sehr petrefactenreichen Kalkes wechselt, dessen Versteinerungen denjenigen des Purbeckkalkes sehr ähnlich sind. Oefters kann dieser Kalk als Marmor benutzt werden. Ablagerungen von Eisenerzen begleiten häufig diesen Marmor, und überhaupt scheint Eisen in bedeutender Menge auch in die Zusammensetzung des Thones überzugehen, da dieser an der Luft braun wird.

Auf den Süßwassergebilden der Wälderformation ruhen die marinen Ablagerungen der mittleren und oberen Kreide.

Der Grünsand
(Green sand; Grès vert)

besteht, wie die Wälderformation, aus drei einzelnen Abtheilungen, welche §. 576.
mit den Namen unterer Grünsand, Gault, und oberer Grünsand belegt worden sind.

Der untere Grünsand (4 auf dem Durchschnitte, Fig. 260) ruht unmittelbar auf dem Wälderthon. Es ist ein feiner, bald loser, bald fest zusammengekitteter Quarzsand, der eine Menge grüner Körner enthält, welche ihm eine charakteristische Farbe verleihen. Die losen Sandschichten erhalten öfters braune und rothe Färbungen; zuweilen bilden sich Kalkknoten und unreine Kalkschichten, namentlich in den unteren Schichten. Die mittleren Bänke werden öfter thonig, die oberen eisenhaltig. Die mineralogische Aehnlichkeit mit dem Hastingssande ist demnach zuweilen sehr groß; die Unterscheidung aber stets leicht, da keine Süßwassermuscheln in

Digitized by Google

dem Grünsande vorkommen, sondern die reichlichen Fossilien alle dem Meere angehören.

§. 577. Bläuliche oder graue Mergel von rauher Beschaffenheit, die sich in dünne Schichten blättern und zuweilen durch einen großen Glimmergehalt sehr seifig und kurz werden, bilden die Schichten des Gault, der nur wenig Fossilien enthält und nach oben oft in reine Thone übergeht (5 auf dem Durchschnitte, Fig. 260).

§. 578. Der obere Grünsand (6 auf dem Durchschnitte, Fig. 260) endlich unterscheidet sich wesentlich durch die sehr überwiegende Menge grüner Körner von dem unteren. Zuweilen mischt er sich so mit Thon, daß er eine feuerbeständige Hochofenerde abgiebt (Fire-stone); in manchen Fällen enthält er Knoten von unreinen, halbfesten Kieselconcretionen (Cherts); nach oben hin, wo er sich der chloritischen Kreide nähert, wird er immer mehr kreideähnlich und bildet so allmähliche Uebergänge zu diesem Gebilde, die aber freilich nur mineralogisch sind, da die Fossilien sich durchaus von einander zu unterscheiden scheinen.

Die eigentliche Kreide

§. 579. kann ebenfalls in England in drei verschiedene Ablagerungen getrennt werden, deren Begrenzung aber noch schwieriger ist, als in den unteren und mittleren Gebilden.

Die Kreidemergel (Chalk-marl) (7 auf dem Durchschnitte, Fig. 260) folgen unmittelbar auf den oberen Grünsand. Meistens stellen sie sich in Gestalt bläulicher, mit Säuren stark aufbrausender Schichten dar, die hie und da mit reineren Kreidebänken wechseln, aber nur sehr selten Kieselconcretionen enthalten, und diese auch nur in der Form von schwammigen Massen (Cherts). Nach oben hin gehen diese Kreidemergel allmählich in eine graue, unreine Kreide über (8 auf dem Durchschnitte, Fig. 260), die meist verkohltes Holz und sehr viele Fossilien, namentlich Cephalopoden, enthält, deren Grenze aber gegen den Kreidemergel einerseits und die weiße Kreide andererseits nirgends fest mit Sicherheit zu bestimmen ist.

§. 580. Die weiße Kreide endlich (9 auf dem Durchschnitte, Fig. 260) bildet jenen bekannten mürben Kalkniederschlag, der mehr oder weniger mit feinen Kieseltheilen gemengt ist, die man leicht durch Auswaschen des Pulvers entfernen kann, wo dann der fast reine, kohlensaure Kalk übrigbleibt. Je tauglicher die Kreide zum Schreiben ist, desto weniger solcher Kieseltheilchen enthält sie. Im Großen betrachtet, erscheint sie meist nur sehr undeutlich geschichtet, und wahre Schichtflächen beobachtet man fast gar nicht; wohl aber wird die Schichtung oft sehr deutlich hervorgehoben durch die regelmäßigen Lager von Feuersteinen, die besonders in den oberen Schichten

Digitized by Google

der weißen Kreide in sehr bedeutenden Massen auftreten. Diese Feuersteinbildungen in der Kreide haben stets die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen, und ihre Anordnung, Form und Vertheilung bietet oft wesentliche Charaktere und Anhaltspunkte zur Unterscheidung der Schichten in besonderen localen Verhältnissen.

Die Feuersteine erscheinen meist in mehr oder minder rundlichen For- §. 581.
men, zuweilen abgeplattet in der Schichtungsebene und öfters durch kleine Gänge und Fäden mit einander verbunden. Je fester und homogener sie sind, um so mehr ist auch die Kreide selbst tauglicher zum Schreiben und freier von Kieseltheilchen; während da, wo nur unvollkommene Kieselbildung herrscht, die Kieseltheilchen in der Masse zertheilt bleiben und dieser eine gewisse Rauhigkeit verleihen. Meistens sind die inneren Höhlungen der Versteinerungen, besonders der Seeigel, mit Feuersteinkernen erfüllt und überhaupt bemerkt man überall, daß organische Körper, welche in den Kreideschichten begraben wurden, Anhaltspunkte für die Kieselbildung abgeben. Meist erfüllen diese nur die Höhlungen; oft aber ist die Kieselmasse auch in die Schale selbst eingedrungen und hat den Kalk derselben nach und nach verdrängt. Das ganze Verhalten der Feuersteine deutet demnach darauf hin, daß ihre rundliche Form nicht, wie bei den Rollsteinen, auf mechanischen Ursachen beruhe, sondern daß sich gleichsam Centren bildeten, um welche sich die Kieselmasse ansammelte, und daß diese Ansammlungen namentlich statthatten während des Absatzes der Kreide und so lange diese noch im Zustande feinen Schlammes auf dem Grunde der Gewässer sich befand.

Die neueren Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung §. 582.
der Kreideablagerungen erklären diese Erscheinungen auf die befriedigendste Weise. Es kann nämlich jetzt als vollkommen erwiesene Thatsache hingestellt werden, daß die Kreide, obwohl fast chemisch reiner, kohlensaurer Kalk, dennoch kein chemischer Niederschlag ist, wie man früher glaubte, sondern nur eine Sammlung von ungeheuren Mengen mikroskopischer Thierchen, deren Schalen aus kohlensaurem Kalke bestehen, und die man früher höchst irriger Weise den Cephalopoden zuzählte. Die Polythalamien oder Rhizopoden, deren unendliche Mengen so gewaltige Ablagerungen bildeten, lebten aber gemeinschaftlich mit einer Menge von Infusorien, die harte Kieselpanzer trugen, und in der That erscheinen die Feuersteine aus den Panzern solcher Infusorien zusammengesetzt. Die sogenannten Kieselguhre oder Tripelerden sind fast reine Ablagerungen von ungeheuren Mengen solcher Kieselinfusorien. In der harten Kreide, die zum Schreiben untauglich ist, finden sich diese Kieselinfusorien unregelmäßig gemischt mit den Polythalamien, während da, wo die Feuersteinbildung ihre relative Vollkommenheit erlangt, sich gleich und gleich zu einander gesellt hat, wie man dies meist in Ablage-

Digitized by Google

rungen solcher kleiner Thiere findet. Die Ausfüllung der Versteinerungen erklärt sich auf das Ungezwungenste aus der Ernährung dieser Kiesel-Infusorien, indem diese theils selbst aus faulenden organischen Stoffen ihre Nahrung ziehen, theils aber sich dort hinzogen, weil der faulende Stoff einer Menge ungepanzerter Infusorien zum Aufenthalte diente, welche zur Beute derjenigen Infusorien bestimmt sind, welche Kieselpanzer tragen. Auch die eigenthümlich rauhe, kreideartige Kruste, welche die Feuersteine meist überzieht, findet in dieser gesellschaftlichen Anziehung ihren Grund.

§. 583. Diese Gruppirung der Kieselmasse ist indeß nicht einzig durch das gesellschaftliche Leben der Infusorien bedingt, obgleich dieses größtentheils den Anstoß zur Bildung der Anziehungspunkte gegeben haben mag. Man hat beobachtet, daß selbst in feuchten Gemengen von feingepulvertem Thon und Kiesel, welche als Teig zu Porzellan benutzt werden, eine solche moleculare Anziehung eintrete, daß nach Jahren der ursprünglich durchaus gleichförmige Teig knotig und ungleich war, indem die Kieseltheilchen sich zu einzelnen Haufen gruppirt hatten, und in den großen Porzellanfabriken ist es jetzt bekannt, daß solche Kieselthonteige nie lange aufbewahrt werden dürfen, wenn sie nicht in ihrer gleichförmigen Mischung leiden sollen. Diese moleculare Anziehung zwischen den Panzern der todten Infusorien, die hier gleichsam die Atome der Kieselerde darstellen, ist demnach genügend dargethan und weit entfernt, die Kieselbildung als etwas Auffallendes betrachten zu müssen, scheint vielmehr die Zerstreuung der Kieseltheilchen in den Kieselguhren und in der mergeligen und grauen Kreide der Erklärung zu bedürfen. Auch die kreidige Form des kohlensauren Kalkes scheint mit der Kieselbildung in Beziehung zu stehen, denn sie tritt überall mit dieser vergesellschaftet auf, auch in anderen Formationen. Der feste Jurakalk ist fast ebenso reiner, kohlensaurer Kalk, als die zerreibliche Kreide; ihr äußeres Verhalten nur ist sehr verschieden; sobald aber im Jura Kieselbildung auftritt, wie dies im Coralrag und im Portlandkalke nicht selten ist, so wird auch das Gestein selbst erdig, weiß und in seinem ganzen äußeren Verhalten der Kreide so ähnlich, daß es früher zuweilen dafür gehalten wurde.

Kreide am schweizerischen Jura.

§. 584. An dem Südrande des schweizerischen Jura streckt sich von Biel an bis gegen Genf hin ein langes, schmales, hie und da unterbrochenes Band von eigenthümlichen Kalk- und Mergelgebilden, das von dem Hauptorte seiner Entwickelung, von Neuchâtel her, den Namen des *Néocomien* erhalten hat. Auf den obersten Jurakalken liegen unmittelbar in abweichender Schichtung dunkelblaugraue, kurze Mergel, mit einer großen Anzahl eigenthümlicher Fossilien, die allmählich durch vielfache Nuancen in einen harten,

Digitized by Google

gelben Quaderkalk übergehen, deſſen Schichten meiſt ziemlich mächtig ſind, und der aus einer Menge einzelner ſpiegelnder Fragmente und Körner zuſammengeſetzt erſcheint. Häufige Eindrücke von Fucoidenſtengeln auf den Schichtflächen laſſen auf Bildung dieſer Schichten im Meere ſchließen. Der Foſſilien finden ſich verhältnißmäßig nur wenige in dieſen Kalken, während die Mergel ſehr reich ſind. Auch in den inneren Jurathälern finden ſich mannichfache Ablagerungen ähnlicher neocomiſcher Schichten, die theilweiſe in die franzöſiſchen Ablagerungen übergehen. Das Gebilde wurde durch Unterſuchung ſeiner Foſſilien als wirkliches Glied der Kreide, und zwar als unteres Glied des Néocomien nachgewieſen, als deſſen Typus es noch gilt, während die oberen, namentlich in Frankreich vorkommenden Schichten des Néocomien in der Schweiz fehlen.

Kreide in Nordfrankreich.

§. 585. Der Kreidegürtel, welcher ſich im Kreiſe um das Pariſer Tertiärbecken ſchlingt und überall von dem Jura eingefaßt wird, ſchließt ſich in ſeiner Structur ziemlich enge an die engliſche Kreide an; doch mit dem Unterſchiede, daß die Wealdformation durchaus fehlt und durch eine Meeresformation erſetzt iſt, welche, wie bemerkt wurde, den Namen des Néocomien erhalten hat.

§. 586. Das Néocomien bildet ein ſchmales Band, das namentlich im Oſten des Gürtels hervortritt. Es beſteht aus eiſen- und thonhaltigen Sandſchichten von geringer Dicke, die unmittelbar auf den juraſſiſchen aufruhen; über dieſen Sandlagern finden ſich gelbliche, thonige Grobkalke mit untermiſchten Thonbänken, die in der Höhe zunehmen und allmählich in einen graublauen Mergel übergehen. Die Formation wird gekrönt von rothen und grünen, bunten Mergeln (Argiles tégulines), die öfter Eiſenroggenerz und Ocker einſchließen. An anderen Orten zeigt ſich ſtatt dieſer abwechſelnden Schichten nur ein rothgelber, eiſenſchüſſiger Sand mit unregelmäßigen Ablagerungen grauen oder blauen Töpferthones, der ſtets die nämlichen Foſſilien einſchließt, unter welchen namentlich der Holaster complanatus (Spatangus retusus) eine vorzügliche Stelle einnimmt.

§. 587. Der Grünſand folgt dem Néocomien in ſeiner ganzen Ausdehnung, erſtreckt ſich aber noch weiter, als dieſes, nach Weſten. Seine unteren Schichten zeigen thonige Sandſchichten mit dunkelgrünen Chloritkörnern; zuweilen ſind ſie durch Bänke mürber, weißer oder gelblicher Kieſelgeſteine erſetzt. Auf dieſen liegen dann graue Mergel, mit dichteren Knoten und Gypskryſtallen gemiſcht, die erſtaunlich viele Foſſilien enthalten und offenbar dem Gault der Engländer entſprechen.

Der obere Grünſand wird von kreidigen, mehr oder minder harten

Digitized by Google

Kalken gebildet, die oft thonig oder sandig werden, viel Glimmer aber keine Kiesel enthalten und meist eine gelbliche oder grüne Farbe haben; an einigen Orten zeigen sich statt ihrer kieselige Sandbänke mit Kieselnieren und selbst weiche grünliche Sandsteine, die mit grauen Mergeln und Thonen abwechseln.

§. 588. Die eigentliche Kreide beginnt mit dem Kreidetuff, der chloritischen Kreide (Craie tuffeau), die ein Lager von sehr wechselnder Festigkeit besitzt, indem sie bald zerreiblich, bald auch so fest ist, daß sie als Baumaterial benutzt wird. Sie ist meist gelblich, mit grünen Chloritkörnern untermischt und enthält häufig helle, hornige Kiesel.

Die weiße Kreide zeigt sich ganz in derselben Weise, wie in England; unten mehr mergelig und grau; oben weißer, fast nur aus reinem Kalkniederschlage bestehend und als Schreibkreide benutzbar.

§. 589. Im Norden des Beckens endlich, und namentlich im Belgischen, beginnt über der weißen Kreide noch eine eigenthümliche Schichtenreihe, die in der Gegend von Mastricht ihre größte Ausbildung erlangt und deshalb die Mastrichter Kreide genannt wird. In ihren äußeren Charakteren gleicht diese Mastrichter Kreide der Tuffeau-Kreide; sie ist fest, gelblich und etwas mergelig. Die regelmäßigen Kieselschichten, welche man in dieser Kreide antrifft, sind in der Tiefe am zahlreichsten und nehmen mehr und mehr ab, je höher man kommt, während in der weißen Kreide gerade das umgekehrte Verhältniß statthat. Die Mastrichter Kreide, die in dem Petersberge besonders als Baumaterial und Dungmittel ausgebeutet wird, bietet ein Mittelglied zwischen der Kreide und den tertiären Schichten, schließt sich aber doch durch ihre eigenthümlichen Fossilien durchaus der ersteren an.

Kreide in Südfrankreich.

§. 590. Das Vorkommen der Kreide in dem südlichen Theile von Frankreich liefert den Typus für das Erscheinen der Formation in dem ganzen Umkreise des Mittelmeeres, wo die äußeren Charaktere so sehr abweichen, daß man nur durch die Versteinerungen und die Reihenfolge der Aufeinanderlagerung sich bestimmen lassen kann, dieselbe der nördlichen Kreide zu paralleliſiren.

Das Néocomien findet sich in der Nähe der Schweiz in seiner charakteristischen Gestalt. Auf dem Jurakalke liegen die blauen Mergel, die von den gelben krystallinischen Kalksteinen überlagert werden. Allmählich aber verschwindet, je mehr nach Süden man kommt, diese gelbe Farbe des festen Gesteines; der Kalk wird mergelig, grau, und schwindet allmählich mit dem Mergel in einen grauweißen, thonigen Kalkstein zusammen. Zuweilen werden auch diese Kalke durchaus weiß, kieselig oder oolithisch.

§. 591. Ueber diesen Schichten, die man jetzt allgemein als unteres Néocomien bezeichnet, findet sich ein sehr constanter Horizont körniger, weißer oder

Digitized by Google

graulicher Kalke, deren Schichtung sich meist nur schwierig erkennen läßt und ziemlich verworren ist. Ein ausgezeichnetes Fossil, die Caprotina ammonia, findet sich in Menge in diesem oberen Néocomien, der deshalb auch den Namen »Diceratenkalk« oder »Caprotinenkalk« trägt. Außer dieser Caprotina finden sich noch andere Geschlechter von Rudisten in dieser Schicht, namentlich ein Radiolites, weshalb man sie auch als erste Rudistenzone annimmt.

Auf den Caprotinenkalk folgen dieselben Grünsand- und Gault- §. 592.
schichten, wie in den nördlichen Theilen Frankreichs. Die chloritische Kreide dagegen ist wieder an vielen Orten ersetzt durch einen weißen, kreidigen Kalkstein, den man vorzugsweise, seiner größeren Mächtigkeit und weiten Verbreitung nach, Hippuritenkalk genannt hat. Es kommen drei solcher verschiedener Schichtengruppen mit Hippuriten in der chloritischen Kreide vor, als Liegendes, in der Mitte, und als Hangendes; sie sind getrennt durch dünne Zwischenschichten grünlicher, sandiger Kreideablagerungen, und enthalten eine Menge von Hippuriten in ihrer natürlichen Lage, einer neben dem andern aufrecht stehend mit dem kleineren Deckel oben, gegenseitig einander in ihrer Entwickelung hemmend und stützend, ganz wie dies auch in den Austerbänken der jetzigen Meere der Fall ist. Diejenige Zone, welche sich in der Mitte der chloritischen Kreide befindet, scheint die größte geographische Ausbreitung zu besitzen, indem sie von Lissabon durch Spanien, Frankreich, Italien, die europäische Türkei bis nach Kleinasien sich hinzieht, und nicht minder in Aegypten und Nordafrika auftritt. Das mittelländische Meer ist auf diese Art in weitem Kreise von einer eigenthümlichen Kreideformation umgeben, als deren charakteristisches Kennzeichen überall der Hippuritenkalk auftritt, während die weiße Kreide um Nord- und Ostsee ihren Gürtel schlingt.

Unmittelbar auf dem Hippuritenkalke findet sich, namentlich in den Ket- §. 593.
ten der Pyrenäen und der Alpen, eine mächtige Reihe schwärzlicher oder grauer Kalksteine, zuweilen compact, meist aber erdig und mergelig, deren Schichtung sehr dünn ist und oft in förmliche Schieferstructur übergeht. Seltener erscheinen diese Schichten mehr hellgrau — bis zur reinen Weiße des Hippuritenkalkes gelangen sie nie. Sie sind fast einzig aus einer ungeheuren Menge von eigenthümlichen, scheibenartigen Körpern zusammengesetzt, welche im Inneren aus spiraligen Kammern bestehen und die man ihrer Aehnlichkeit mit Geldstücken wegen Nummuliten genannt hat. Ihre breiten Flächen entsprechen stets den Schichtflächen, und die Spaltbarkeit der Kalksteine beruht hauptsächlich auf der Gegenwart dieser Nummuliten. Außer diesen Körpern, die man den Foraminiferen beizählt, enthalten die genannten Kalke auch viele andere Fossilien, welche jedenfalls mehr den tertiären Gebilden angehören, und es ist die Stellung des Nummuliten-

Digitized by Google

kalkes deshalb noch nicht gehörig ausgemacht. Jedenfalls aber folgen die bezeichneten schwarzen Kalksteine in ihrer Schichtung überall dem Hippuritenkalke, und trennen sich dadurch von den übrigen Tertiärschichten, die aller Orten eine sehr abweichende Schichtung zeigen. Ihre Stellung bei den Kreideschichten, als oberstes Glied derselben, scheint demnach stratigraphisch vollkommen gerechtfertigt, während man in paläontologischer Hinsicht den Nummulitenkalk unbedingt den Tertiärgebilden anreihen muß. Neuere Untersuchungen haben dargethan, daß der Nummulitenkalk eine fast durchaus eigenthümliche Fauna besitzt, deren meiste Arten nur ihm angehören, während viele andere auch in den nächsten Tertiärschichten vorkommen sollen und nur sehr wenige Arten als identisch mit Kreidefossilien angesehen werden — eine Identität, die höchst unwahrscheinlich ist.

§. 594. In der neuesten Zeit hat man, vorzüglich auf die Fossilien gestützt, die Kreide in Frankreich in folgende Schichten zerlegt.

1. Das Néocomien, begreifend die unteren Thon- und Mergellager von blauer Farbe nebst den gelben Kalken und ihren Aequivalenten. Der Spatangus retusus (Holaster complanatus) ist hier das vorzüglichste Leitfossil; mit ihm kommen mehre andere Geschlechter vor, welche sich in den späteren Schichten nicht mehr finden, und die Fauna des Néocomien an diejenige des Jura anschließen. Die Nerineen unter anderen sind noch in sehr charakteristischen Arten in diesen Schichten vorhanden; sterben aber mit ihnen aus.

Für das obere Néocomien oder den Caprotinenkalk hat man keine besondere Abtheilung aufgestellt, obgleich auch dieser, bei der Eigenthümlichkeit seiner Fossilien, eine solche verdiente.

§. 595. 2. Unter dem Namen des Aptischen Gebildes (Terrain aptien) hat man die bunten Mergel des oberen Néocomien von diesem abgetrennt, da sie in der That eine durchaus eigenthümliche Fauna zu besitzen scheinen.

§. 596. 3. Das Albische Terrain (Terrain albien) oder der Gault begreift den unteren Grünsand und den Gault in sich, welche ihren Fossilien nach sich nicht trennen lassen. Hier sind es namentlich Inoceramus concentricus, Trigonia alisormis etc., welche leiten können zur Bestimmung der Schichten.

§. 597. 4. Die chloritische Kreide oder das Turonische Gebilde (Terrain turonien) begreift den oberen Grünsand, die Tuffeau-Kreide, den Kreidemergel (Chalk-marl), und ist vor allen anderen durch die Hippuriten und Baculiten bezeichnet, welche in den übrigen Schichten nicht vorkommen.

§. 598. 5. Die Senonischen Schichten endlich (Terrain sénonien) begreifen die eigentliche weiße Kreide und die Mastrichter Kreide.

Kreide in Deutschland.

§. 599. In dem nördlichen Deutschlande, längs der Seeufer und unter dem angeschwemmten Lande breitet sich von Westphalen aus nach Osten die

Digitized by Google

Kreideformation aus, in ihrem Verhalten derjenigen von Frankreich und England ziemlich ähnlich.

Die untersten Lager werden von graublauen Thonen gebildet, die viele feste, graubraune Kalknieren enthalten, unter dem Namen der Hilsthone bekannt sind und wahrscheinlich dem oberen Néocomien entsprechen, während der untere Néocomien, die blauen Mergel mit den gelben Kalken von Neuchâtel, in Norddeutschland hie und da durch Wälderthon ersetzt scheinen.

Unter dem Hilsthone liegt eine Reihe sehr wechselnder Schichten von losem, eisenhaltigem Sande, der in festen Sandstein übergeht und oft mit eisenhaltigen Kalkmergeln untermischt ist. In Westphalen ruht dies mit dem Namen des Hilsconglomerates bezeichnete Gebilde unmittelbar auf dem Kohlengebirge auf.

§. 600. Es folgen nun Bänke mehr oder weniger dünn geschichteter, gelbbrauner, oft eisenschüssiger, weicher Sandsteine, zuweilen braun und roth geflammt, dann wieder mehr thonig und mergelig, oder an anderen Orten ganz lose und mit Knauern von Kalk gemischt. Diese Quaderformation des nordwestlichen Deutschlands entspricht ohne Zweifel dem unteren Grünsande.

Der Gault ist mit Sicherheit in Norddeutschland noch nicht nachgewiesen worden.

§. 601. Oberer Grünsand, durchaus demjenigen von England und Frankreich ähnlich, ist an einzelnen Stellen von Westphalen erkannt worden; meist indeß ist er ersetzt durch groberdige, blauliche oder graue Mergel, von dunkeln, braunen oder gelben Adern und Flammen durchzogen, die zuweilen dünnschieferig werden und härtere, kieselige Schichten enthalten. Diese Flammenmergel entsprechen dem oberen Grünsande.

§. 602. Die Kreidemergel (Tuffeau-Kreide) sind durch graue oder weißliche, harte, mergelige Kalksteine repräsentirt, in welchen zuweilen weichere Thonbänke vorkommen, und die nach oben heller und thoniger werden, so daß sie sich in ihrem Verhalten den unteren Lagern der Feuersteinkreide anschließen.

Diese letztere ist nur an einzelnen wenigen Punkten, namentlich auf der Insel Rügen, vollkommen entwickelt, von durchaus weißer Farbe, mit Feuersteinbänken und zahlreichen Versteinerungen, ganz denen der übrigen Länder gleich.

§. 603. In Sachsen zeigt sich die untere Abtheilung der Kreide durch eine eigenthümliche Entwickelung von Sandsteinen repräsentirt, die man, ihrer regelmäßigen Zerklüftung und Schichtung wegen, Quadersandsteine genannt hat. Es ist ein feinkörniger, gelbbrauner, grauer oder weißer Sandstein, welcher die seltsamen Felsgruppen und malerischen Thäler der sächsischen Schweiz bildet, und deren Hauptcharakter eben in flachen Hoch-

Digitized by Google

plateau's bestehen, durch die Schichtflächen gebildet, welche durch senkrechte Klüfte in würfelartige Stücke zerschnitten werden.

§. 604. In der Mitte dieses Quadersandsteines liegt eine eigenthümliche Kalkformation, die in dünne, schieferige Platten springt und den Namen des Plänerkalkes erhalten hat. Die Parallelisirung des unteren Quadersandsteines, des Planers und des oberen Quadersandsteines, der petrographisch dem unteren völlig gleich sieht, ist noch nicht gelungen, es ist indeß wahrscheinlich, daß die Quadersandsteine dem unteren und oberen Grünsande und der Pläner dem Gault entspricht. Diese Parallelisirung kann um so weniger Bedenken erregen, da eine Ersetzung von Mergeln durch Kalk durchaus zu den gewöhnlichen Erscheinungen gehört.

Kreide in den Alpen.

§. 605. Wie schon die Juraschichten sich in den Alpen so bedeutend modificirt zeigten, daß sie kaum kenntlich waren, so zeigen sich auch die Gebilde der Kreide außerordentlich verändert und nur die Kenntniß der Fossilien konnte hier auf die richtige Bahn leiten.

Das Néocomien zeigt sich meist in Gestalt eines schwarzen, mergeligen oder sandigen Kalksteines, der mit schwärzlichen Thonschiefern wechselt, dünngeschichtet ist und stets die charakteristischen Petrefacte der Neuenburger Mergel, Holaster complanatus, Exogyra Couloni, Ostrea carinata, Terebratula carinata, depressa etc. einschließt. Anderwärts ist dieser schwarze, schieferige Kalk durch graue, compacte Kalksteine ersetzt, welche eine große Menge von Nerineen und Pteroceren enthalten.

§. 606. Unmittelbar über diesen Kalken finden sich schwärzliche Kieselkalke, innig gemengt mit grünlichen Körnern, die an der Oberfläche durch Oxydation röthlich werden und namentlich schon in der Montagne des Fis in Savoyen seit langer Zeit als zur Kreide gehörig erkannt wurden. Die Fossile, welche diese Schicht enthält, lassen keinen Zweifel über ihre Stellung übrig. Es ist offenbar veränderter Grünsand.

§. 607. Auf dieser Glauconie oder Grünsand findet sich stellenweise eine mächtig entwickelte Kalkformation, aus rothen oder grauen Kalken bestehend, die keine Fossilien, aber viel gewellte Thonblätter enthalten. Die unteren Schichten dieser Kalke enthalten viele Diceraten, eine eigenthümliche Art von Hippuriten und von großen Schnecken, die noch nicht näher bekannt sind. Man hat diese Abtheilung den Seewerkalk genannt; — es ist wahrscheinlich, daß er dem Hippuritenkalke Südfrankreichs, mithin der chloritischen Kreide entspreche. Die gewundenen Thonblätter, welche sich in diesem Kalke finden, bedingen, wie es scheint, bei dem Auswaschen durch den Regen theilweise jene eigenthümlichen, gewundenen Rinnen und Kanäle, die durch ziemlich scharfe

Digitized by Google

Rippen getrennt sind, und in der Schweiz Karren oder Schratten genannt werden.

Ueber dem Seewerkalke oder, wenn dieser, wie öfter geschieht, fehlt, über dem Grünsande lagern mächtige Massen schwärzlicher, sandiger Kalkschiefer, quarziger Sandsteine und gerunzelter, gewundener Schiefer, in welchen vor allen die Nummuliten als vorherrschende Petrefacten auftreten. Der Nummulitenkalk ist auf der ganzen Nordseite der Schweizeralpen und durch die ganze Kette der Meeralpen hindurch in gewaltiger Masse entwickelt, und auch hier, wie in Südfrankreich, folgt seine Schichtung durchaus derjenigen der Kreide, während seine Petrefacten mehr dem tertiären Typus sich zu nähern scheinen. §. 608.

Ueber diesem Nummulitenkalke endlich wird die Reihe der Kreideablagerungen beendet durch eine gewaltige Masse von grauen, zuweilen grünlichen, kieseligen Sandsteinen, die für sich bedeutende Berge bilden, aber außer zahlreichen, unbestimmten Fucoidenstengeln keine anderen Petrefacten enthalten, so daß ihre Stellung im Systeme noch etwas ungewiß erscheint. §. 609.

Als besonders charakteristische Versteinerungen für die einzelnen Schichten citirt man folgende Fossilien. §. 610.

Im Néocomien:

Holaster complanatus (Spatangus retusus). Fig. 275.
Terebratula suborbicularis.
Exogyra subplicata, subsinuata.
Gryphaea Couloni.
Ostrea Leymerii.
Astarte similis.
Corbula punctum.
Lima elegans.
Pholadomya Langii, neocomensis.
Trigonia caudata. Fig. 280.
Nerinea Gosae, lobata.
Cirrus depressus.
Pleurotomaria neocomensis. Fig. 298.
Pterocera pelagi. Fig. 294.
Nautilus pseudoelegans.
Ammonites asper, macilentus. Fig. 301.
Crioceras Duvalii. Fig. 299.
Toxoceras bituberculatus. Fig. 302.
Ancyloceras dilatatus.
Scaphites Ivanii. Fig. 303.

Im Caprotinenkalke:

Caprotina ammonia, Lonsdalii.
Nerinea gigantea, Archimedis.
Radiolites neocomensis.

Im aptischen Terrain: §. 611.

Exogyra sinuata. Fig. 285.
Plicatula placunea.
Cerithium aptiense.
Vermetus Rouyanus.
Belemnites semicanaliculatus.
Ammonites reticulatus, impressus.

Im Gault und unteren Grünsand (Terrain albien): §. 612.

Galerites rotula.
Terebratula lyra, Menardi, plicatilis, biplicata.
Inoceramus concentricus, Fig. 286., sulcatus.
Exogyra sinuata. Fig. 285.

Digitized by Google

Ostrea biauriculata.
Plicatula placunea.
Cucullaea glabra.
Nucula pectinata. Fig. 289.
Trigonia aliformis. Fig. 281.
Rostellaria Parkinsoni. Fig. 294.
Turbo plicatilis. Fig. 296.
Natica excavata, gaultina.
Avellana incrassata. Fig. 293.
Cerithium lectum.
Ammonites monile, Beudanti, dentatus.
Hamites rotundus, flexuosus.
Turrilites tuberculatus.

§. 613. In der chloritiſchen Kreide (Tuffeau-Kreide; turoniſches Terrain):

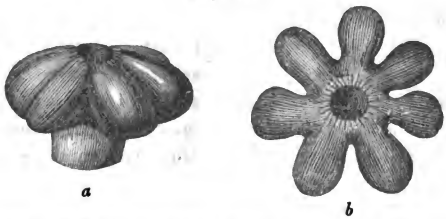
Hallirhoa costata. Fig. 261.
Spatangus (Micraster) cor-anguinum.
Hippurites organisans, Fig. 276., bioculata, Fig. 277.
Radiolites cornu pastoris.
Exogyra columba. Fig. 284.
Ostrea carinata.
Terebratula alata, octoplicata.
Lima plicatilis.
Cardium productum. Fig. 283.
Acteonella (Volvaria) crassa. Fig. 292.
Avellana cassis.
Nautilus elegans, laevigatus, triangularis.
Ammonites falcatus, rhotomagensis, Mantellii.
Baculites anceps. Fig. 305.
Scaphites aequalis.
Turrilites costatus. Fig. 306.

§. 614. In der weißen Kreide (ſenoniſches Terrain):

Ananchytes ovata.
Crania striata. Fig. 279.
Terebratula carnea, pumila, Defrancei.
Ostrea vesicularis.
Inoceramus Cuvieri, Lamarkii.
Spondylus (Plagiostoma) spinosus. Fig. 287.
Pecten quinquecostatus.
Catillus Cuvieri.
Gervillia solenoides.
Belemnites mucronatus. Fig. 307.
Mosasaurus Hofmanni. Fig. 313.

§. 615. Unter den Polypen der Kreide verdient das Genus Hallirhoa (Fig. 261)

Fig. 261.



a b

Hallirhoa costata. Aus der chloritiſchen Kreide. a. Von der Seite. b. Von oben.

Digitized by Google

eine besondere Erwähnung. Es sind feste, compacte, schwammartige Polypen, die eine große, runde Oeffnung auf dem Gipfel haben, und deren flache, rundliche Ausbreitung, die auf einem Stiele sitzt, öfters in Lappen getheilt ist.

§. 616. Die Foraminiferen (Polythalamien oder Rhizopoden) stellen eine eigenthümliche Gruppe kleiner, fast mikroskopischer Kalkschalen dar, welche man früher zu den Cephalopoden stellte, da einige derselben viele Aehnlichkeit in ihrer äußeren Gestalt mit Nautilen und anderen Cephalopodenschalen zeigten. Indessen bewiesen genauere Untersuchungen bald, daß diese kleinen Kalkgehäuse, welche noch jetzt in dem Meeressande in unglaublicher Menge sich finden, nicht von Mollusken, sondern von infusorienartigen Thieren herrührten, denen manche neuere Beobachter sogar alle weitere Structur versagten. Das Auszeichnende dieser Schalen ist besonders, daß auf ihrer Oberfläche sich kleine Löcher finden, welche dem Thiere zum Durchstrecken von armartigen, ausdehnbaren und zusammenfließenden Fortsätzen dienen, und daß sie in einzelne Kammern getheilt sind, welche meistens nicht mit einander communiciren, und deren jede von einem Thiere besetzt scheint. Die wahrscheinlichste Ansicht, die man von diesen Foraminiferen jetzt hegen kann, ist die, daß es mikroskopische, freie Polypenstöcke mit kalkiger Schale sind, in deren Innerem sehr niedrig organisirte Thiere gesellschaftlich zusammenwohnen. Die Kreide scheint fast einzig aus Trümmern dieser Foraminiferen zusammengesetzt. Man hat sie in mannichfache Geschlechter zerlegt, die man wieder in Gruppen getheilt hat, je nachdem die Kammern in gerader Reihe hinter einander stehen (Stichostegier), oder in abwechselnden Reihen alternirend (Enallostegier). Bei anderen liegen die Kammern in spiraligen, parallelen Umgängen (Helicostegier), und in der letzten Gruppe endlich, bei den Agathistegiern oder Millioliten, haben die Kammern nur die Länge eines halben Umganges.

Fig 262. Die Stellung dieser letzteren Gruppe, die durchaus den Tertiärgebilden und der heutigen Welt angehört, erscheint noch sehr zweifelhaft. Die Bestimmung der einzelnen Arten dieser großen Gruppe ist mit vielen Schwierigkeiten verknüpft; indessen scheint sie doch bei den meisten Geschlechtern mit Sicherheit ausgeführt werden zu können.

Dentalina sulcata. Aus der weißen Kreide.

§. 617. Zu den Stichostegiern gehören die Dentalinen (Fig. 262); freie, regelmäßige, conische, oft etwas gekrümmte Schalen, welche aus kugeligen, zuweilen etwas schiefen Kammern zusammengesetzt sind. Die letzte Kammer ist conver, oft länglich ausgezogen; die Oeffnung ist rund und ständig, etwas auf der Seite gelegen; die Kammern durch wenig vorspringende Einschnürungen von einander geschieden.

Digitized by Google

§. 618. Fig. 263. Fig. 264.

Textularia aciculata.

Textularia striata.

Aus der weißen Kreide.

Die Textularien (Fig. 263 u. 264) werden zu den Enalloſtegiern gerechnet. Ihre Schalen ſind frei, regelmäßig, coniſch, aus runden oder keilförmigen Kammern zuſammengeſetzt, die auf zwei Längsaxen ſtehen, mit einander alterniren und ſich theilweiſe decken, und an deren innerer Seite ſich eine halbmondförmige, quere Oeffnung findet.

§. 619. Fig. 265.

Bulimina obliqua. Weiße Kreide.

Unter den Helicoſtegiern kann man zwei Gruppen unterſcheiden, indem die einen, Nautilen gleich, in derſelben Ebene aufgerollt ſind, während andere thurmförmig ſich in die Höhe winden. Zu den letzteren gehören namentlich die Buliminen (Fig. 265), ſpitalig freie Schalen mit länglicher Spindel und wenig vorſpringenden Kammern, die ſich mehr oder minder decken. Die Oeffnung iſt länglich ſpaltförmig oder rund, ſeitlich am oberen Winkel der letzten Kammer gelegen.

§. 620. Fig. 266.

Rotalina Voltziana. Weiße Kreide.

Die Rotalinen (Fig. 266) bilden den Uebergang zu den nautilusartigen Helicoſtegiern. Ihre Spindel iſt ſchief eingerollt, ſehr kurz, aber doch lang genug, um die Spitze der Schale auf der einen Seite mehr vortreten zu laſſen, als auf der andern; die Kammern ſind zuſammengedrückt, die Wände meiſt getüpfelt mit kleinen Löchern; die Oeffnung eine längliche Spalte, die nur einen Theil der Länge der letzten Kammer einnimmt.

Fig. 267.

§. 621.

Cristellaria rotulata. Weiße Kreide.

Die Criſtellarien (Fig. 267) unterſcheiden ſich, ihrer äußeren Form nach, ſo wenig von den Nautilen, daß viele dieſer Arten nur als Nautilen beſchrieben wurden. Die Windungen ſind vollkommen übergreifend, regelmäßig wachſend, die Kammern zuſammengedrückt, länglich; die Oeffnung rundlich, am äußeren Winkel der Kammern gelegen.

§. 622. Die Lituolen wechſeln, ihrer äußeren Form nach, ſehr mit verſchiedenem Alter; anfangs gleicht die Schale ganz einem jungen Nautilus, ſpäter ver-

Digitized by Google

längert sie sich stabförmig in mehr oder minder gerader Richtung und bildet einen Stab oder Haken (Fig. 268 u. 269).

Fig. 268.

Lituola nautiloidea. Weiße Kreide.

Fig. 269.

Dieselbe jung; stärker vergrößert.

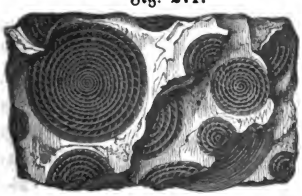
Fig. 270.

Flabellina rugosa. Weiße Kreide.

§. 623. Die Flabellinen (Fig. 270) haben eine freie, regelmäßige, sehr zusammengedrückte Schale, die im Anfange regelmäßig eingerollt ist, im Alter aber sich in eine weite, eckige, blattförmige Verlängerung ausbreitet. Die Kammern sind anfangs durch rundliche, später durch in der Mitte gebrochene Querwände abgetheilt.

§. 624. Die Nummuliten (Fig. 271, 272, 273) sind die größten aller Foraminiferen, da ihre Schalen oft einen Zoll im Durchmesser erreichen. Es sind

Fig. 271.



Nummulitenkalk aus den Pyrenäen.

Fig. 272.

Ein Nummulit von oben.

Fig. 273.

Ein Nummulit quer durchschnitten.

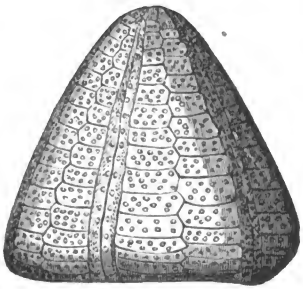
runde, mehr oder minder linsenförmige Körper mit zugerundetem Rande und etwas gewölbtem Mittelpunkte. Oft brechen sie beim Spalten des Nummulitenkalkes in der Weise, daß die eine Hälfte der Schale in dem einen Bruchstücke, die andere im anderen bleibt, wo man dann die innere Structur sehen und sich überzeugen kann, daß dieselbe aus spiralig gestellten Kammern besteht, die durch schiefe, radienförmig ausstrahlende Scheidewände getheilt sind. Bei einem senkrechten Durchschnitte erscheinen die Kammern ebenfalls in Reihen hinter einander. Das Vorkommen der Nummuliten in ungeheuren Massen würde einen vortrefflichen Leitfaden für den Geognosten geben können, wenn Nummuliten nur an der angegebenen Stelle im Nummulitenkalke an der oberen Grenze der Kreide vorkämen; — es findet sich deren aber auch eine große Menge im Hippuritenkalke und in den höheren Tertiärschichten. Es könnte mithin nur die Bestimmung der Arten gültig zur Feststellung der betreffenden Schichten sein. Diese ist

Digitized by Google

aber vor der Hand, mit den bestehenden Hülfsmitteln, durchaus unmöglich, und die Angabe von Nummuliten in diesem oder jenem Gebilde wissenschaftlich von durchaus keinem Gewichte für die Bestimmung seiner Einreihung in die Lagerungsfolge.

§. 625. Unter den Echinodermen der Kreide verdienen besonders die zahlreichen Seeigel Erwähnung, zumal da einige Arten derselben ganz ausgezeichnete Leiter zur Bestimmung der einzelnen Schichten sind.

Fig. 274.

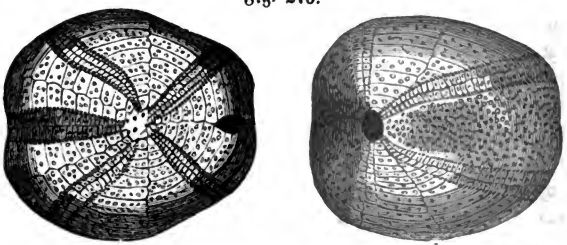


Galerites albo-galerus.
Aus der weißen Kreide.

Die Galeriten (Fig. 274), zur Familie der Clypeaster gehörend, sind mehr oder minder abgerundet, fünfeckig, meist ziemlich hoch und hinten gegen die Basis hin abgestutzt, die Unterfläche ist platt und in ihr finden sich beide Oeffnungen des Darmes, Mund und After; ersterer, von zehneckiger Form, liegt in der Mitte, letzterer am hinteren Rande. Die Fugen der einzelnen Platten, aus welchen die Schale zusammengesetzt ist, zeigen sich meist sehr deutlich; die darauf befindlichen Knötchen für die Stacheln sind nur sehr schwach und wenig entwickelt. Die Ambulacren sind einfach, und die Porenreihen, aus denen sie zusammengesetzt sind, erstrecken sich in einfacher, gerader Linie von der Spitze der Schale zum Munde.

§. 626. Die Holaster (früher zu den Spatangen gestellt) (Fig. 275) haben eine herzförmige Gestalt; Ambulacren, die gleichförmig nach der Spitze der Schale

Fig. 275.



a b

Holaster complanatus (Spatangus retusus). Aus dem Néocomien.
a. Von oben. *b.* Von unten.

zusammenlaufen und nur zuweilen in der Nähe des Genitalapparates etwas

Digitized by Google

gekrümmt sind. Der Mund, queroval, findet sich auf der unteren Fläche der Schale nach vorn in einer Vertiefung. Der After steht an der hinteren Fläche, meist mehr nach oben. Die Schale selbst ist dünn mit feiner Granulation und wenigen sehr dünnen Höckern besetzt.

§. 627. Eine höchst eigenthümliche Gruppe von Petrefacten, die man jetzt fast mit Bestimmtheit in die Nähe der Brachiopoden stellen muß, wird von den Rudisten oder Hippuriten gebildet. Diese merkwürdigen, in Bänken vereint vorkommenden Muscheln sind stets aus zwei ungleichen Schalen zusammengesetzt, die beide eine kegelförmige Gestalt haben. Die untere Schale ist bei weitem die größte, unten und oft auch an der Seite festgewachsen; die obere ist mehr oder minder flach, deckelartig; ein Schloß fehlt durchaus, ebenso ein Band, und der Deckel scheint nur durch seine Schwere auf der Höhlung der unteren Schale fixirt. Die Schalen sind ungemein dick, ihre äußere Form höchst unregelmäßig, wie dies bei allen angehefteten, Bänke bildenden Muscheln der Fall ist, die sich in ihrem Wachsthume nach dem gerade vorhandenen Raume richten müssen. Die Structur der Schalen ist zellig; die inneren Höhlen, worin das Thier lebte, einigermaßen der conischen Gestalt der Schale entsprechend. Nicht selten finden sich die Schalen mehr oder minder zerstört, und nur die Gesteinsmasse, welche die inneren Höhlen erfüllte, erhalten. Diese Steinkerne erscheinen dann aus zwei ungleichen Kegeln zusammengesetzt, welche mit ihrer Basis an einander stehen und früher als besondere Geschlechter unter den Namen Birostrites und Jodamia aufgeführt wurden. In den unteren Theilen der Schalen zeigen sich zuweilen mehr oder minder vollständige Querwände, die man mit den Kammern der Cephalopoden verwechselte. Da man keine lebenden Mollusken kennt, welche den Rudisten ähnlich sehen, so wurden die mannichfachsten Ansichten über sie ausgesprochen, indem die Einen sie in die Nähe der Ascidien oder der Cirrhipedien, die Anderen sie zu den Polypen stellten. Die genauere Untersuchung der Cranien, welche offenbare Brachiopoden sind und ebenfalls aus zwei ungleichen, kegelförmigen, aber sehr flachen Schalen zusammengesetzt erscheinen, hat zu der jetzt allgemein angenommenen Ansicht über die Stellung der Rudisten geführt. Man hat sie in mehre Geschlechter zerlegt.

§. 628. Die eigentlichen Hippuriten haben eine sehr verlängerte, kegelförmige Unterschale mit spitzer Basis und drei mehr oder weniger deutlichen Längsfurchen auf dem Rücken; die Oberschale ist kaum conisch, beinahe ganz flach, deckelartig; man erkennt an wohlerhaltenen Exemplaren halbmondförmige, einfache Eindrücke, wie von Armen; der Steinkern stellt nur

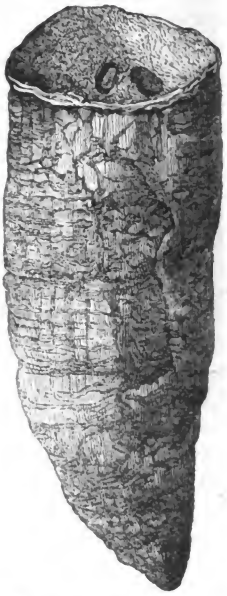
Digitized by Google

einen einfachen Kegel dar. Die Schale ist außen gestreift, nicht blätterig. (Fig. 276 u. 277.)

Fig. 276.

Hippurites organisans.

Fig. 277.



Hippurites bioculata

Beide aus dem eigentlichen Hippuritenkalke.

§. 629.

Fig. 278.

Sphaerulites ventricosa (Radiolites turbinata). Aus dem eigentlichen Hippuritenkalke.

Das Mißverhältniß zwischen den beiden Schalen ist nicht so bedeutend bei den Sphäruliten (Fig. 278); die Unterschale ist kürzer, die Oberschale höher, mehr conisch, und der Kern somit aus zwei ungleichen, unter stumpfem Winkel mit der Basis zusammengefügten Kegeln zusammengesetzt. Die äußere Oberfläche ist streifig und oft blätterig.

§. 630.

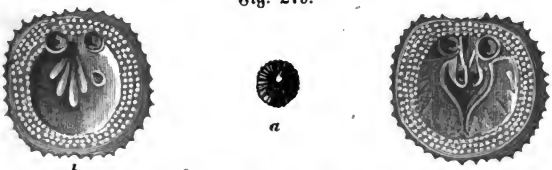
Die eigentlichen Brachiopoden sind in den Kreideschichten durch

Digitized by Google

mannichfache charakteriſtiſche Arten von Terebrateln, dann aber auch durch einige eigenthümliche Geſchlechter vertreten, welche in den älteren Schichten nicht vorkommen.

Hierher gehören namentlich die Cranien (Fig. 279), von welchen auch einige Arten lebend vorkommen. Die kleinen Schalen dieſer Muſcheln ſind aufgewachſen, faſt kreisrund, aber ungleich, indem die aufgewachſene Schale flach, die freie kegelförmig iſt mit excentriſchem Scheitel. Die Unterklappe hat in der Mitte einen ſcharfen Vorſprung, zu deſſen beiden Seiten die zwei inneren Muskeleindrücke ſich finden und am Rande gelappte Manteleindrücke. An der Oberſchale fehlen der Vorſprung und die Lappenzeichnungen; ſie hat, wie die Unterſchale, am oberen Rande zwei kreisrunde Muskeleindrücke und in der Mitte einige unbeſtimmte Erhöhungen. Der Rand beider Schalen iſt warzig.

Fig. 279.



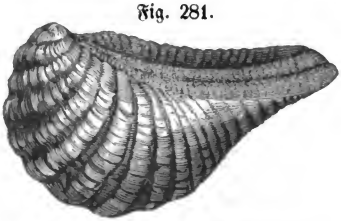
Crania striata (Ignabergensis). Aus der weißen Kreide.
a. Die Oberſchale von außen. *b*. Dieſelbe von innen. *c*. Die Unterſchale von innen

Unter den übrigen Acephalen verdienen beſondere Berückſichtigung die §. 631.
ſchon früher charakteriſirten Trigonien (Fig. 280, 281, 282), welche mit der Kreide aufhören, um in der Jetztwelt wieder zu beginnen. Bis jetzt iſt noch keine tertiäre Trigonie bekannt, ſo daß Reſte dieſer Muſcheln ſtets da, wo über die Natur einer

Fig. 280.

Trigonia caudata. Aus dem Néocomien Von den Buckeln aus geſehen.

Fig. 281.

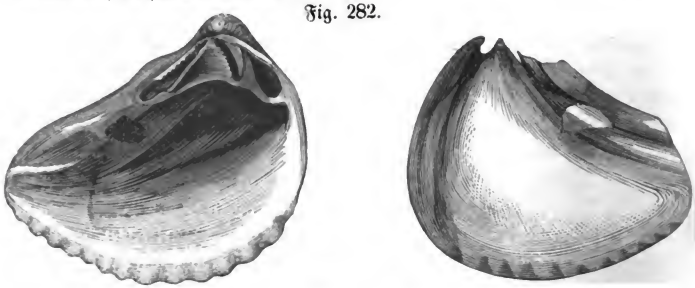


Trigonia aliformis. Aus dem Gault

Digitized by Google

Schicht Zweifel ſein könnte, wenigſtens gegen die tertiäre Abſtammung der Ablagerung entſcheiden können.

Fig. 282.

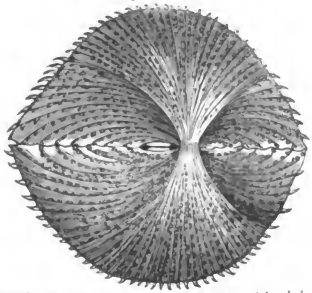


a *b*

Trigonia scabra. Aus der chloritiſchen Kreide.
a. Linke Schale von innen, um die Schloßzähne und die Muskeleindrücke zu zeigen. *b*. Steinkern.

§. 632.

Fig. 283.

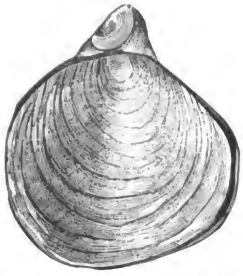


Cardium productum. Aus der chloritiſchen Kreide, von den Buckeln aus geſehen.

Die Herzmuſcheln haben nicht minder charakteriſtiſche Formen in den Kreideſchichten (Fig. 283).

Die Familie der Auſtern erleidet in der Kreide inſofern einige Veränderung, als die Gryphäen, die im Jura ſo charakteriſtiſch waren, durch Exogyren (Fig. 284 u. 285) erſetzt werden, die ſich dadurch von den

Fig. 284.



Exogyra columba. Aus der chloritiſchen Kreide.

Fig. 285.

Exogyra sinuata. Aus dem unteren Grünſand.

Digitized by Google

Gryphäen unterscheiden, daß die Buckeln beider Schalen durchaus seitwärts eingerollt, aber asymmetrisch sind, indem der Buckel der kleinen Schale kaum hervorsteht, sondern in der Fläche des Deckels selbst liegt. In seinen übrigen Charakteren unterscheidet sich das Geschlecht nicht von den Gryphäen und es kann deshalb, wie bei der Gryphaea virgula aus dem Kammeridgethon, öfter zweifelhaft sein, ob eine bestimmte Muschel dem einen oder anderen Geschlechte angehöre.

Fig. 286.

Inoceramus concentricus. Aus dem unteren Grünsand.

Die Inoceramen (Fig. 286) sind austernartige, unregelmäßige und ungleichschalige Muscheln, von fast dreieckiger Gestalt und blätterigem Baue; die Buckeln sind spitzig, stark gekrümmt und einander gegenübergestellt; das hinten gelegene Schloß ist gerade mit einer Menge von Einschnitten versehen, in denen ein vielfach getheiltes Band befestigt war. Der Muskeleindruck liegt hinten. Die ächten Inoceramen scheinen nur in der Kreide vorzukommen. §. 633.

Fig. 287.

Spondylus (Plagiostoma) spinosus. Aus der weißen Kreide.

Die Spondylen (Fig. 287) haben ungleichschalige, beiderseits geöhrte, mehr oder minder stachelige oder blätterige Schalen, deren linker Buckel kurz abgestutzt, der rechte aber verlängert und über den Schloßrand erhaben ist. Das Schloß hat jederseits zwei Zähne. Der einfache Muskeleindruck ist groß, rund, in der Mitte nach hinten zu gelegen, das Band findet sich in einer runden Grube oder Rinne des Schloßrandes zwischen den Schloßzähnen. §. 634.

Fig. 288.

Pectunculus subconcentricus. Aus der chloritischen Kreide.

Das Genus Pectunculus (Fig. 288), dessen analoge Arten noch jetzt lebend vorkommen, hat eine runde, gleichschalige, fast gleichseitige Schale, die sich vollkommen schließt. Das Schloß ist im Winkel gebogen, mit schiefen, durch tiefe Eindrücke getrennten Zähnen versehen. Das Schloßband liegt außen zwischen den Buckeln; das Schloßfeld ist mit winkeligen Linien versehen. Der Manteleindruck ist ganz; die Muskeleindrücke symmetrisch an beiden Enden. Der Rand der Muschel zeigt meist feine Zähnelungen. §. 635.

Digitized by Google

§. 636. Die verwandten Nuculaceen zeigen die charakteriſtiſche Nucula pectinata (Fig. 289) aus dem unteren Grünſand. *a*. Die Muſchel von außen. *b*. Der Steinkern.

Fig. 289.

a Nucula pectinata. *b*

Fig. 290.

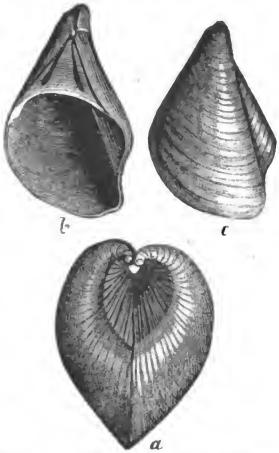
§. 637.

Mytilus simplex. Aus dem Néocomien.

Die Miesmuſcheln ſind länglich ſchief, dreieckig oder keilförmig und gleichſchalig. Das Schloß hat meiſt keine Zähne und findet ſich am einen Ende; das Schloßband iſt äußerlich der Länge nach angebracht. Die Schale klafft nach oben etwas für den Durchtritt des Byſſus. Die Muskeleindrücke ſind aſymmetriſch; der vordere, am Munde gelegene iſt klein, der hintere groß und länglich. Die Manteleindrücke zeigen keinen hinteren Ausſchnitt (Fig. 290).

Fig. 291.

§. 638.



b *c*

a

Opis elegans. Aus der chloritiſchen Kreide.
a. Die ganze Muſchel von hinten.
b. Die linke Schale mit dem Schloſſe von innen.
c. Die Muſchel von der Seite.

Die Schalen des Geſchlechtes Opis (Fig. 291) ſind regelmäßig, ſymmetriſch, gleichſchalig, herzförmig, ſehr dick und vollkommen geſchloſſen. Die Buckeln ſind ſehr groß und vorſtehend; das Schloß ſehr complicirt; links aus einem großen zuſammengedrückten, dreieckigen Zahne und einer engen, tiefen Rinne, rechts aus einer entſprechenden Höhle nebſt einem Zahne gebildet. Es finden ſich drei Muskeleindrücke, zwei vorne, einer hinten. Sie finden ſich nur in juraſſiſchen und Kreideſchichten.

Digitized by Google

Fig. 292.

Acteonella crassa.
Aus der dritten Rudistenzone. (Chlorit. Kreide.)

§. 639. Unter den Gasteropoden der Kreide bilden namentlich die Acteonellen (Fig. 292) ein sehr charakteristisches Geschlecht, indem sie bis jetzt einzig in der oberen Kreide gefunden worden sind, und weder in den unteren Kreideschichten, noch in den tertiären Gebilden vorkommen. Es sind glatte, längliche oder bauchige Schnecken mit sehr kurzer Spindel, deren Mundöffnung fast so lang ist, als die ganze Schnecke, aber sehr eng, namentlich nach oben hin. Die Columella hat an ihrem Mundrande drei dicke, vorstehende Wülste; die äußere Mundlippe ist dünn und scharf.

Fig. 293.

Avellana incrassata.
Aus dem Gault.

§. 640. Die Avellanen (Fig. 293) sind kurze, bauchige Schneckenschalen mit sehr kurzer Spindel und halbmondförmiger Mundöffnung, deren äußere Lippe sehr dick, aufgewulstet und meist gezähnelt ist, während der innere Columellarrand drei bis vier starke, vorspringende Zähne hat. Sie haben meist quere Streifen oder punktirte Reifen, und kommen in allen Schichten der Kreide, aber auch nur in der Kreide vor.

Fig. 294.

Rostellaria Parkinsoni.
Aus dem Gault.

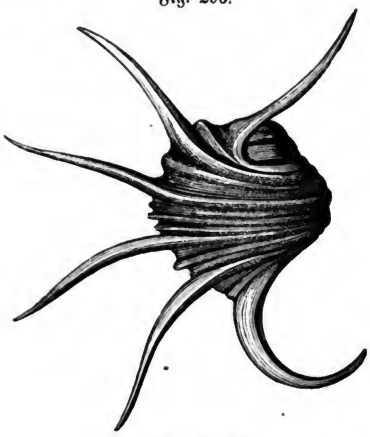
§. 641. Die Rostellarien (Fig. 294) bieten eine sehr leicht kenntliche Form von Schnecken. Die Schale ist lang, thurmförmig, endet in einen langen, spitzen, meist geraden Canal aus; die äußere Lippe ist groß, flügelförmig ausgebreitet, meist nach der Schalenspitze hin ausgezogen, aber ohne weitere Zähnelungen. Sie ziehen sich von den oberen jurassischen Schichten bis in die Jetztwelt fort, bieten aber namentlich in der Kreide viele leicht kenntliche Arten.

§. 642. Aus schon früher erwähnten Geschlechtern bilden wir hier einige leicht kenntliche und weit

Digitized by Google

verbreitete, charakteriſtiſche Arten der Kreide ab (Fig. 295, 296, 297, 298).

Fig. 295.



Pterocera Pelagi.
Aus der weißen Kreide.

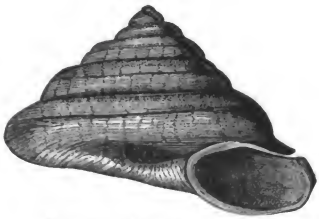
Fig. 296.

Turbo plicatilis.
Aus dem Néocomien.

Fig. 297.

Natica lyrata.
Aus der chloritiſchen Kreide.

Fig. 298.



Pleurotomaria neocomensis.
Aus dem Néocomien.

§. 643. Die Cephalopoden der Kreide zeichnen ſich vor allen denen der ſecundären Gebirgsſchichten durch eine große Mannichfaltigkeit in der Art ihrer Aufrollung aus, wodurch die Aufſtellung mehrer Geſchlechter nöthig wurde, die für die Kreideſchichten durchaus charakteriſtiſch ſind. Die Ammoniten und Nautilen finden ſich noch immer in großer Menge und oft ſehr bezeichnenden, leicht zu erkennenden Arten; die Nautiliden oder Cephalopoden mit einfach gewellten, ungefranzten Kammerwänden zeigen auch nur die einzige Form der Nautilen mit übergreifenden Windungen, die in demſelben Plane liegen; während die Ammonitiden oder Cephalopoden mit gefranzten Kammerwänden, die in der Kreide endigen, die ſogleich zu erwähnenden, abweichenden Formen darbieten. Es bietet dies Verhältniß ein ſehr merkwürdiges Seitenſtück zu demjenigen der Nautiliden; dieſe beginnen in den paläozoiſchen Gebilden mit ähnlichen abnormen Formen der Aufrollung, mit

Digitized by Google

welchen die Ammonitiden in der Kreide endigen, und die Hamiten, Baculiten ꝛc. ſind in zoologiſcher Hinſicht die Repräſentanten der Lituiten, Phragmoceren und Orthoceren der älteren Gebilde.

Fig. 299.

Crioceras Duvalii.
Aus dem Néocomien.

Den eigentlichen Ammoniten am nächſten ſteht das Genus Crioceras (Fig. 299). Sie haben ebenſo gefranzte Kammerwände, dieſelbe regelmäßige, ſpiralige Aufrollung in einer Ebene, denſelben dorſalen Sipho. Sie unterſcheiden ſich nur dadurch von den Ammoniten, daß ihre Windungen durchaus frei von einander ſind und ſich nirgends berühren. Sie unterſcheiden ſich durch dieſen Charakter ſehr leicht von den Ammoniten, und da ſie bis jetzt nur im Néocomien und im Gault gefunden wurden, ſo dienen ſie trefflich zur Charakteriſtik der unteren Kreide. §. 644.

Die hier abgebildeten Ammoniten (Fig. 300 u. 301) zeichnen ſich durch die Erhaltung ihrer Mundöffnung aus, die bei dem einen ſchnabelförmig ausgezogen, bei dem anderen in zwei ſeitliche Lippen verlängert iſt. §. 645.

Fig. 300.

Ammonites varians.
Aus der weißen Kreide.

Fig. 301.

Ammonites macilentus.
Aus dem Néocomien.

Die Toroceren bilden eine Art Horn, das eine regelmäßige Biegung beſitzt, aber nie bis zu einer vollſtändigen Spirale auswächſt. Die erſte Kam- §. 646

Digitized by Google

mer, worin das Thier wohnte, iſt ſehr groß, der Sipho dorſal, die Kammerwände in ſechs Loben gefranzt. Sie haben ſich bis jetzt nur in dem Néocomien gefunden (Fig. 302).

§. 647. Die Scaphiten (Fig. 303) gleichen in der Jugend durchaus den Ammoniten, indem ihre Schale eine in derſelben Ebene aufgerollte Spirale darſtellt, deren Windungen über einander greifen. Im Alter aber ſtreckt ſich die Schale gerade aus, und nachdem ſie in dieſer Richtung eine gewiſſe Länge erlangt hat, biegt ſie ſich von Neuem nach innen um. Dieſer nach innen umgebogene Theil beſitzt nie Querſcheidewände; er bildete die letzte Kammer, in welcher das Thier wohnte. Der Sipho iſt dorſal. Die Schale ſtellt demnach einen Ammoniten vor, deſſen vorderes Ende geſtreckt und hakenförmig umgebogen iſt.

Fig. 302.

Toxoceras bituberculatus.

Fig. 303.

Scaphites Ivanii.
Aus dem Néocomien.

§. 648. Die Ancyloceren unterſcheiden ſich von den Scaphiten nur dadurch, daß der ſpiralig aufgewundene Theil der Schale freie Windungen hat, die ſich nicht berühren. Sie verhalten ſich demnach zu den Scaphiten, wie die Crioceren zu den Ammoniten.

§. 649. Die Hamiten (Fig. 304) haben eine durchaus unregelmäßige Schale, die in einer ſehr langen, ſchmalen, elliptiſchen Linie gebogen iſt. Sie be-

Fig. 304.

Hamites attenuatus. Aus dem unteren Gault.

Digitized by Google

ginnen faſt gerade, biegen ſich dann plötzlich hakenförmig um, ſetzen ſich wieder faſt in gerader Linie fort, biegen von Neuem im Haken um und ſo fort, ohne daß je die einzelnen Windungen, die in derſelben Ebene liegen, ſich berühren. Man hat noch nicht mehr als drei Hakenbiegungen gefunden; aber noch keinen Hamiten mit vollſtändig erhaltener Mundöffnung geſehen.

Die Ptychoceras unterſcheiden ſich von den Hamiten durch einen ſehr beſtimmten Charakter. Die Hakenbiegungen der Schale nämlich berühren ſich und wachſen mit einander zuſammen, während ſie bei den Hamiten frei ſind. §. 650.

Fig. 305.

Baculites anceps. Aus der mittleren Kreide.

Die Baculiten (Fig. 305) endlich ſind durchaus gerade wie die Orthoceratiten; aber ſie beſitzen gefranzte Scheidewände. Die letzte Kammer iſt meiſt ſehr groß; die Endigung der Schale ganz ſpitz, aber ſelten erhalten. Es iſt ein regelmäßiger, ſehr lang ausgezogener Kegel, der nach oben eine zungenförmig ausgeſchweifte Mundöffnung hat. Der Sipho iſt dorſal. §. 651.

Alle bisher erwähnten Cephalopoden kommen darin mit einander überein, daß ſie eine Schale beſitzen, die in derſelben Ebene aufgerollt iſt. Es giebt aber auch in der Kreide gekammerte Schalen mit gefranzten Querwänden, welche ſchief aufgewunden ſind, ſo daß ſie kegelförmige Schneckengänge bilden, welche man deutlich von außen wahrnehmen kann, und die einen ziemlich weiten, durchbohrten Nabel zwiſchen ſich laſſen. Man nannte früher alle dieſe gekammerten Thurmſchnecken Turriliten (Fig. 306); hat aber jetzt unter dem Namen Helicoceras diejenigen Arten abgeſchieden, deren Windungen einander nicht berühren, während die ächten Turriliten berührende oder ſelbſt übergreifende Windungen haben. §. 652.

Fig. 306.

Turrilites costatus. Aus der chloritiſchen Kreide.

Die weiße Kreide beſitzt eine eigene Art von Belemniten, die am vorderen Rande des Körpers einen durchgehenden Schlitz beſitzen, der bis zur §. 653.

Digitized by Google

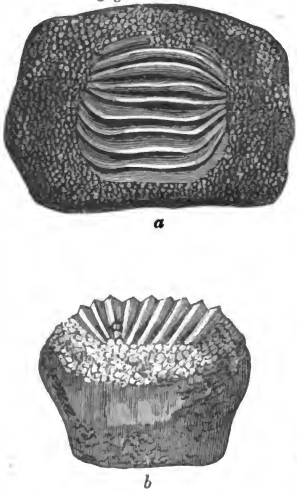
Alveole bringt, und an dem Rücken zwei seitliche Eindrücke. Man hat diese Belemniten als Subgenus unter dem Namen Belemnitella getrennt. Sie charakterisiren die weiße Kreide (Fig. 307).

§. 654.

Fig. 307.

Belemnites (Belemnitella) mucronatus.

Fig. 308.



Zahn von Ptychodus latissimus aus der weißen Kreide.
a. Von oben. *b*. Von der Seite.

Die Fische der Kreideformation bieten ein eigenthümliches Interesse dar, weil die Formen, welche sie charakterisiren, gewissermaßen ein Bindeglied zwischen denjenigen der früheren Schichten und den jetzt lebenden darstellen.

Die Knorpelfische zeigen noch manche von den jetzt lebenden abweichende Gestalten, neben anderen, die sich genau den Haien unserer Zeit anschließen. Von den Ptychoden (Fig. 308) kennt man die viereckigen, breiten Zähne, deren Krone weit breiter ist, als die Wurzel, so daß der Zahn, von der Seite gesehen, etwa das Bild eines massiven Schwammes mit seinem Stiele bildet. Die Krone ist in der Mitte höckerartig erhaben und auf dem Höcker zeigen sich tiefe, parallele, schneidige Falten, die überall glatt sind, öfter aber sich abgenutzt zeigen und dann eine glatte Kaufläche bieten. Die Umgebung der Krone ist mehr oder minder fein granulirt. Dieselben Fische, welche solche Zähne hatten, trugen dicke Stacheln, die aus einzelnen Längsrippen zusammengefügt scheinen, deren Nähte man gut unterscheiden kann. Der Vorderrand dieser Stacheln ist höckerig und die Höcker gehen auf den Seiten in breite, quere Rippen über. Da die Ptychoden bis jetzt nur in der Kreide gefunden werden, so geben sie ein vortreffliches Kennzeichen für dieselbe ab.

§. 655. Von ächten Haien findet man zahlreiche Zähne in der Kreide. Alle diese Zähne haben eine mehr oder minder platte, scharfschneidende Krone.

Digitized by Google

Fig. 309.

Otodus appendiculatus.

Fig. 310.

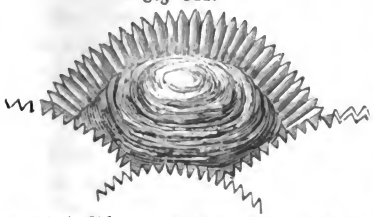
Corax pristodontus.

Beide aus der weißen Kreide.

die auf einer abgerundeten, schwammigen Wurzel ruht. Man hat viele Geschlechter unterschieden. Bei den Otodusarten (Fig. 309) findet sich eine dreieckige, spitze, scharfschneidende Krone mit ungezähnelten Rändern, und zu beiden Seiten der Krone kleine Ohren oder Nebenkronen von sehr wechselnder Gestalt; die Zähne sind höher als breit; bei den Corax (Fig. 310) im Gegentheil ist die Krone breit, aber niedrig, gezähnelt an ihren scharfen Rändern, und der Zahn außerdem innerlich ganz massiv.

§. 656. Unter den Knochenfischen haben nicht mehr die Ganoiden mit den eckigen, emaillirten Knochenschuppen die Oberhand, sondern man findet nun auch Ctenoiden- und Cycloiden-Fische mit Schuppen, die denen unserer gewöhnlichen Flußfische, z. B. der Barsche und Karpfen, zum Theil gleichen. Die Schuppen der Ctenoiden sind an ihrem hinteren Rande gezähnelt, wie eine Säge; die der Cycloiden dagegen glatt. Im Uebrigen gleichen sich die Schuppen dieser beiden Ordnungen von Fischen vollkommen.

Fig. 311.



Vergrößerte Schuppe von Beryx microcephalus.

Aus der weißen Kreide.

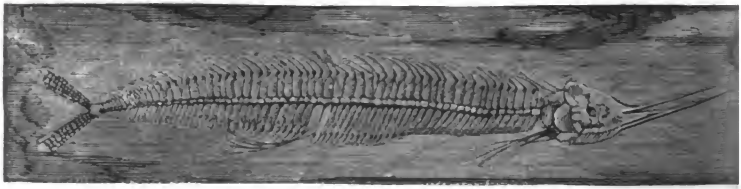
§. 657. Die Beryxarten (Fig. 311), welche mit einigen anderen Geschlechtern eine eigenthümliche Gruppe unter den Percoiden bilden, haben nur eine Rückenflosse vorn aus Stacheln, hinten aus weichen Strahlen gebildet, die einander an Höhe gleich sind, mehr als fünf Kiemenhautstrahlen, einen großen Kopf mit gezähnelten Kämmen und Leisten und einen sehr breiten, platten Körper. Die Schuppen sind groß, rundlich und hinten sägeförmig gezähnelt, so daß der Rand wie mit Palissaden besetzt aussieht.

§. 658. In den schwarzen Dachschiefern von Glaris, die eine große Menge von fossilen Fischen enthalten, finden sich mehre sehr eigenthümliche Geschlechter, von denen wir hier nur die Paläorhynchen erwähnen wollen. Es sind dies lange, gestreckte Fische aus der Familie der Scomberoiden (Thunfische), die einen langen, dünnen Schnabel besitzen, dessen beide Kieferhälften von gleicher Länge sind. Der übrige Kopf ist klein; die Rückenflosse

Digitized by Google

geht vom Nacken bis zum Schwanze, die Schwanzflosse ist tief getheilt; die Bauchflossen liegen an der Kehle. Es giebt mehre Arten dieses sonderbaren Fischgeschlechtes in Glaris (Fig. 312).

Fig. 312.

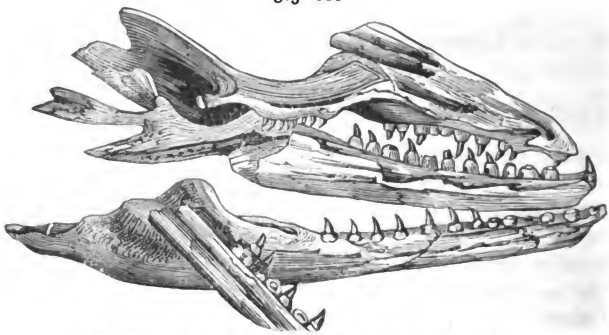


Palaeorhynchum latum. Aus den Schiefern von Glaris.

§. 659. Unter den Reptilien der Kreidezeit zeichnen sich, außer einigen gewöhnlichen Crocodilen, mehre riesenmäßige Eidechsengeschlechter aus, die mit den Crocodilen zwar einige Züge gemein haben, sonst aber den Warneidechsen (Monitor) und Leguanen (Iguana) unserer Zeit weit näher stehen.

Hierher gehört vor allen Dingen das große Thier von Mastricht, von welchem fast das ganze Skelett in dem Petersberge bei Mastricht gefunden wurde. Es wurde 24 und mehr Fuß lang; der Kopf (Fig. 313) mißt allein beinahe 4 Fuß in der Länge; die Schnauze ist gestreckt; die Gelenkfläche des Unterkiefers ausgehöhlt; die Zähne zusammengedrückt kegelförmig, innen derb, außen etwas gereift; ihre Kanten ungezähnelt. Die Zähne sitzen auf knöchernen Sockeln, an deren innerer Seite die Gefäße und Nerven durch ein

Fig. 313.



Mosasaurus Hofmanni. Aus der Mastrichter Kreide.

Stück vom Schädel, bestehend aus dem rechten Unterkiefer, der zahntragenden Hälfte des linken Unterkiefers und der fast vollständigen linken Oberkinnlade. Das vordere Ende des zerbrochenen rechten Oberkiefers liegt auf dem rechten Unterkiefer quer über.

Digitized by Google

Loch eindringen, um sich zum Zahne zu begeben. Diese Sockel, die fest mit dem Unterkieferknochen zusammenhängen, sind von runden, grubenartigen Vertiefungen, wie Zahnhöhlen, umgeben und waren im Zahnfleische verborgen. Die Wirbel waren vorne concav, hinten convex; während die meisten Juracrocodile noch biconcave Wirbel hatten. Das Thier hatte, nach der Beschaffenheit der hinteren Wirbel zu schließen, einen breiten, flachgedrückten Ruderschwanz, wie die Crocodile, und war demnach, wie diese, geeignet, in großen Flußmündungen zu leben.

§. 660. Die Wälderformation birgt außer vielen Schildkrötenresten auch die Knochen und Zähne mehrer gigantischer Eidechsen, welche eine Länge von 30 bis 40 Fuß erreichten und durch die Structur ihrer kurzen, starken Füße, ihrer Wirbelsäule und ihrer Knochen sich als Landbewohner zu erkennen geben. Hierher gehören namentlich der Megalosaurus mit großen, hakenförmigen, plattgedrückten und zweischneidigen Zähnen, deren Ränder scharf gezähnelt sind, und die Iguanodonten, bei deren Zähnen (Fig. 314) auf einer schmalen Wurzel, die innerlich mit dem Kiefer verwachsen ist, eine breite, platte, unregelmäßige Krone aufsitzt, deren zweischneidige Ränder gezähnelt sind, während die Zähne selbst sich in der Fläche gefältelt zeigen. Der Zahnschmelz findet sich nur auf der äußeren Seite der Zähne dieser furchtbaren Eidechse, die wohl mehr als 40 Fuß Länge erreichte. Auch bei der Abnutzung erhielt sich demnach die Schneide der Zähne vollkommen, und es ist deshalb, sowie bei der großen Aehnlichkeit der Zähne mit denjenigen des Leguans, der sich von Blättern nährt, wahrscheinlich, daß das Thier ebenfalls pflanzenfressend war.

Fig. 314.

Zahn von Iguanodon Mantelli.

Einiges über die secundären Gebilde im Allgemeinen.

§. 661. Die secundäre Periode, in welcher wir drei Hauptgruppen, die Trias, den Jura und die Kreide, unterschieden haben, bietet in ihrem gesammten Verhalten eine Menge von Uebergangspunkten dar, wodurch die älteren paläozoischen Gebilde sich an die neueren Tertiärformationen anschließen.

§. 662. Die Epoche der Trias wiederholt in gewissem Sinne die Periode des rothen Todtliegenden, des Zechsteines und des Vogesensandsteines. Auch hier finden sich mächtige Sandablagerungen, mit Thonschichten untermischt,

Digitized by Google

als Zeugen lange andauernder Zerstörungen älterer fester Gesteine; auch hier wiederholt sich die Einlagerung eines gleichförmigen Kalkniederschlags zwischen diesen Sandschichten, und es zeigt sich, wenn auch in veränderter Gestalt und vielleicht geringerer Intensität, derselbe Einfluß chemischer Agentien, welche die Bildung von Gypsen, Dolomiten und anderen Einschlüssen dieser Art bedingt haben. Die Sandsteine sind offenbar Erzeugnisse der Zerstörung, Verkleinerung und Wegführung älterer Gesteine, die auf dem Boden des Meeres abgesetzt wurden; davon zeugen die mannichfachen Conglomerate, die in den Sandsteinen selbst eingeschlossenen Kalksteine und größeren Fragmente, die zuweilen von den unmittelbar darunter liegenden Gesteinsschichten herrühren; davon zeugen namentlich auch die fossilen Einschlüsse. Die Sandsteine enthalten sehr häufig Vegetabilien, Holz, fossile Stämme und Pflanzen, deren Standort nothwendig auf festem Lande gesucht werden muß. Der bunte Sandstein enthält fast nur solche vegetabilische Landpetrefacten; der Keuper neben Land- und Seereptilien, neben Meeresschnecken und Muscheln eine bedeutende Menge vegetabilischer Ablagerungen. Alle diese Erscheinungen beweisen mit Bestimmtheit, daß die Sandsteine Resultate gewaltiger, langandauernder Ueberschwemmungen der bestehenden Inseln und Continente waren, deren Trümmer auf mechanische Weise weggespült und im Wasser schwebend erhalten wurden, bis sie sich endlich niederschlugen. Aus demselben Grunde aber darf man auch erwarten, daß eine große Mannichfaltigkeit, nicht nur unter den verschiedenen Schichten, sondern auch in der horizontalen Ausbreitung einer und derselben Schicht sich finden müsse, und dies ist auch in der That der Fall. Nichts ist gewöhnlicher im bunten Sandsteine z. B., als dieselbe Schicht in ihrer Ausbreitung mehrmals in Sand, Mergel, Thon und Conglomerat umsetzen zu sehen.

§. 663. Neben diesen mechanischen Einflüssen, welche zur Zeit der Trias auf den Niederschlag der verschiedenen Schichten gewirkt haben mögen, dürfen indeß die chemischen Actionen nicht vernachlässigt werden, die, wie schon bemerkt, auch hier eine bedeutende Rolle gespielt haben müssen. Die großen Salzlager, welche die Trias überall mit sich führt, verdienen hier vor allen unsere Aufmerksamkeit. Auf den ersten Blick scheinen dieselben eine genügende Erklärung in der Annahme zu finden, daß die Meere, in welchen sich die Trias absetzte, austrockneten und ihren Salzgehalt so auf dem Boden zurückließen, wie etwa jetzt die Salzmeere an den Küsten, namentlich wärmerer Klimate. Diese Ansicht wird um so wahrscheinlicher, als die Pflanzen der Trias, namentlich die baumartigen Farren und araucarienähnlichen Nadelhölzer offenbar auf eine tropische Temperatur hindeuten, welche während der ganzen Dauer dieser Periode sich fort erhielt. Wir haben in unseren Zeiten Beispiele, daß in Gegenden, welche früher offenbar Meeresgrund waren und die auch jetzt noch, obgleich trocken gelegt, unter dem

Digitized by Google

Meeresspiegel sich befinden, daß in solchen Gegenden der Salzgehalt des Bodens bedeutend ist. Der Salzgehalt des Mittelmeeres ist größer, als der aller anderen Meere, weil die Verdunstung in ihm bedeutender ist, als die Zuführung süßen Wassers, und nur die Verbindung mit dem Ocean ist es, die das Niveau dieses Binnenmeeres auf seiner Höhe erhält. Würde durch irgend eine Hebung des Meeresbodens zwischen Gibraltar und der Nordspitze von Afrika diese Verbindung aufgehoben und in gleicher Weise der Hellespont zu einer Landenge verwandelt, so müßte das Mittelmeer allmählich in seinem Niveau sinken und nach einer Reihe von Jahrtausenden vielleicht statt eines Salzmeeres eine Depression übrigbleiben, deren Boden durchaus mit Salz geschwängert wäre.

Wenn aber auch diese Ansicht, gerade ihrer Einfachheit wegen, Vieles für sich haben dürfte, so kann dennoch nicht verkannt werden, daß ihre Anwendung auf die Salzlager der Trias die bedeutendsten Schwierigkeiten haben muß. Vor allen Dingen steht hier der fast gänzliche Mangel an Fossilien im Steinsalze überhaupt und im triasischen insbesondere entgegen. Ein ausgetrockneter Meeresboden würde eine ungeheure Menge von Petrefacten aller Art enthalten, von denen sich im triasischen Salze nur seltene Spuren zeigen. Dagegen ist die stete Vergesellschaftung des Steinsalzes mit Gyps, Anhydrit und Dolomiten ein um so beachtungswertheres Phänomen, als diese Mineralien in vielen Fällen, wenn nicht überall, als Folgen plutonischer Einflüsse auftreten und die Steinsalz- und Anhydritmassen der Trias eben nicht in Schichten, sondern in stockförmigen ungeschichteten Massen auftreten. Ja es scheint fast, als ob die Gegenwart von Steinsalz in der Trias nothwendig die von Anhydrit und Gyps bedinge, und somit beide einem und demselben chemischen Processe ihre Anwesenheit verdanken. Welcher Art dieser Proceß gewesen sei, ob eine Sublimation von Substanzen aus dem Inneren, ob eine einfache Wechselwirkung zwischen Materien, die im Wasser aufgelöst waren, kann vor der Hand nicht entschieden werden — so viel bleibt jedenfalls gewiß, daß die Salzmassen nicht einem einfachen Abdunsten der vorhandenen Meere zugeschrieben werden können. Unterstützt werden diese Folgerungen noch durch einige Ergebnisse der Paläontologie. Die Untersuchung der paläozoischen Fische thut auf das Ueberzeugendste dar, daß die nächsten Verwandten der damaligen Bewohner der Meere, die jetzt noch leben, die Knochenhechte, der Bichir, die Sudisarten und Störe nur Bewohner des süßen Wassers, nicht aber der Meere sind, und scheinen somit diese Fische darauf hinzuweisen, daß der Salzgehalt der Meere in der paläozoischen Zeit nicht so bedeutend, der Unterschied zwischen süßem und gesalzenem Wasser nicht so groß war, als in unseren Tagen. Die Paläonisken der sicherlich ungesalzenen Binnenbecken aus der Kohlenzeit stimmen mit denjenigen der Kohlenmeere sehr nahe überein, und es ist demnach der eben

§. 664.

Digitized by Google

berührte Schluß wohl gerechtfertigt. Wenn aber dies wirklich der Fall sein sollte, so darf vielleicht angenommen werden, daß erst in der Secundärperiode die Meere ihren Salzgehalt erhielten, und daß die salzige Beschaffenheit unserer jetzigen Meere vielmehr davon herrühre, daß das Wasser Salz von diesen ungeheuren Ablagerungen auflöste, statt daß man die Ablagerung eben der Austrocknung schon früher vorhanden gewesener Salzmeere zuschriebe. Alle diese Ansichten fallen aber mehr oder minder in das Reich der Hypothese, denn wenn auch die angegebenen Verhältnisse zwischen den paläozoischen und lebenden Ganoiden vollkommen richtig und begründet sind, so darf nicht vergessen werden, daß es auch jetzt noch viele Familien und Geschlechter sehr nahe verwandter Fische giebt, von denen die einen im süßen, die anderen im salzigen Wasser leben, und daß die anderen paläozoischen Petrefacten, die Seelilien und Polypen, die Muscheln und Schnecken ihre Verwandten jetzt nur in dem Meere finden.

§. 665. Mit dem Aufhören des Keupers und dem Beginnen der jurassischen Zeit finden wir Verhältnisse, die schon denjenigen der unserigen näher rücken. Die chemischen Einflüsse treten bedeutend zurück; nur an einzelnen Orten entwickeln sie sich mächtiger, aber immer doch nur in beschränkter Ausdehnung. So ist die Dolomitisation einiger Schichten im fränkischen Jura nur eine vereinzelte Erscheinung, und im Ganzen genommen bieten die Jura-Niederschläge das Bild noch jetzt, welches sie unmittelbar nach ihrem Absatze hatten. Mögen auch die Schichten noch so sehr erhoben und zerklüftet sein, wie dies namentlich in dem schweizerischen Jura der Fall ist, stets behalten sie ihre eigenthümliche Beschaffenheit, ihre specifischen Fossilien ꝛc. Nur in der Nähe der Alpen erscheinen die Veränderungen bedeutender; allein hier liegen auch die Quellen, aus denen sie abzuleiten sind, auf flacher Hand.

§. 666. Werfen wir einen Blick auf die Constitution des Jura im Ganzen, so zeigen sich in der Beschaffenheit seiner Niederschläge Verhältnisse, welche durchaus denjenigen gleichen würden, die heute bei plötzlicher Trockenlegung der stillen See zum Vorschein kämen. Betrachtet man in der That den stillen Ocean näher, so stellen sich darin einige unter sich verschiedene Folgen von Verhältnissen des Meeres zum umgebenden Lande dar. Weite Strecken sind von tiefen Wassern bedeckt, in welchen nur weniges Leben herrscht; es fehlen namentlich jene großen Mengen schalentragender Thiere, deren Ueberbleibsel dem mineralischen Niederschlage auf dem Meeresboden sich beigesellen könnten. Zahllose nackte Mollusken und Medusen durchkreuzen freilich diese Hochseestrecken, allein nach ihrem Tode bleibt keine Spur ihres Daseins. Das Senkblei bringt, wenn es den Grund erreicht, einen äußerst feinen, leichten

Digitized by Google

Schlamm herauf. Diesen Untiefen der Hochsee gegenüber stehen die Saalbänder des Oceans, die Ufer des Festlandes, wo in geringer Tiefe zahllose Mollusken, Crustaceen und Strahlthiere aller Art hausen, bald in Bänken vereinigt, bald gesellschaftlich zusammenlebend, dort wieder über weite Strecken einzeln zertheilt. Dieses üppige Leben der Ufer nimmt schnell ab, je mehr der Grund sich unter die Oberfläche senkt und eine Tiefe von 100 Metern genügt, um demselben ein fast vollständiges Ziel zu setzen. Die Bewohner dieser Küstenstriche wechseln außerordentlich je nach Beschaffenheit des Grundes, auf welchem sie zu leben gezwungen sind. An seichten Ufern, wo geringe Strömungen nur und kaum merkbare oder wenig ungestüme Fluth und Ebbe sich finden, hausen besonders zweischalige Mollusken, tief im Schlamme eingegraben, aus welchem nur die Athemröhren hervorschauen; röhrentragende Anneliden, mannichfache Gasteropoden mit zarten, dünnen Gehäusen. Auf mehr oder minder feinem Kieselsande wohnen mehr Seeigel, schwärmende Muscheln und Schnecken, irrende Anneliden und Crustaceen. Auf steinigem Felsboden endlich siedeln sich diejenigen Muscheln an, welche ganze Bänke bilden, wie die Austern, Steckmuscheln und ihre Verwandten, und die Bänke dieser Thiere geben einen reichlichen Zufluchtsort für zahlreiche Geschlechter aller Arten von Meeresbewohnern.

§. 667. Verhältnisse dieser Art, wo die Fauna desselben Meeres je nach dem Grund und Boden des Ufers wechselt, lassen sich auch in den Meeren unserer Zone leicht nachweisen, und in dem Jura sind sie in großer Vollständigkeit beobachtet worden; was aber den Tropengegenden eigenthümlich ist und was die Jura-Meere mit den Tropengegenden gemein haben, das sind die zahlreichen Korallenriffe und Polypenbänke, die sich längs den Inseln namentlich fast aller Orten hinziehen, und deren eigenthümliche Zusammensetzung schon so oft die Aufmerksamkeit der reisenden Naturforscher in Anspruch nahm.

§. 668. Es ist jetzt eine feststehende Thatsache, daß wahre Korallenriffe sich nie unter einer Tiefe von 200 Fuß zeigen und daß diejenigen Korallen, welche man aus größerer Tiefe fischt, Geschlechtern angehören, welche keine zusammenhängende Massen, keine Riffe, sondern nur vereinzelte Stöcke bilden. Ebenso sterben die Polypen, welche die Korallenriffe bilden, sogleich ab, wenn sie die freie Luft berühren, und deshalb bleiben die Korallenriffe überall einige Fuß unter dem gewöhnlichen Wasserstande der tiefen Ebbe. Dagegen ist es durchaus nicht nöthig, daß die Korallen sich in stillen, unbewegten Meeresgegenden anbauen; einige Arten von Steinkorallen bauen sich im Gegentheile vorzugsweise in den heftigsten Strömungen und Brandungen an. Die Korallenriffe der Südsee, ob sie nun sogenannte Atolle

Digitized by Google

bilden, d. h. cirkelförmige oder ovale Riffe, in deren Innerem tiefes Waſſer ſich findet, oder ob ſie als Bänke um Inſeln ſich darſtellen, ſchließen deshalb nie vollkommen das Meer aus ihrem Inneren ab; es findet ſich im Gegentheile auch da, wo Inſeln umſchloſſen ſind, ſtets ein tiefer Kanal mit Meerwaſſer erfüllt zwiſchen dem Riffe und der Inſel. In dieſen inneren umſchloſſenen Räumen erreicht das thieriſche Leben den höchſten Grad der Ausbildung, und zahlreiche Kanäle, Riſſe und Vertiefungen zwiſchen dem Korallenriffe erhalten beſtändig die Communication dieſer inneren, ſtillen, vom Riffe umſchloſſenen Räume mit der hohen See.

§. 669. Die foſſilen Korallenriffe des Jura zeigen ſich durchaus in ähnlichen Verhältniſſen, wie diejenigen der Südſee. An einigen Orten, wie namentlich im ſchweizeriſchen Jura, bilden ſie mehr oder minder ringförmige Atolls, in deren Mitte man meiſt feine Schlammdepôts als Zeichen größerer Ruhe im Inneren findet; zahlreiche Muſcheln und Schnecken, kleine, freie Korallen, zahlreiche Seeigel mit dünnen Schalen finden ſich im Inneren dieſer von großen Steinkorallen umgebenen Räume. Alle dieſe Thiere, Polypen, Korallen und Seelilien ſtehen ſenkrecht auf den Flächen der unterliegenden Schichten und zeigen ſomit, daß ſie noch jetzt den Platz behaupten, welchen ſie früher einnahmen. Dieſe juraſſiſchen Atolls bilden meiſt mehr oder minder große, hügelförmige Erhöhungen, an deren Fuße ſich Breccien und Lumachellenkalke befinden, aus einer Menge zerbrochener und zerriebener Foſſilien gebildet, ganz ſo, wie wenn ſie von heftigen Strömungen an den Fuß des Riffes geführt und von den Brandungen dort zerſchellt worden wären. — An anderen Orten, wie namentlich in dem deutſchen und franzöſiſchen Jura, wo die foſſilen Korallenriffe ſich an die Ufer anlehnten, welche von den älteren Ablagerungen der Trias gebildet waren, zeigen ſie die Form langer, bandförmiger Ausdehnungen, ganz ſo wie noch jetzt die Riffe längs der größeren Inſeln und Landſtrecken der Südſee.

§. 670. Die foſſilen Korallenbänke bieten indeß für das Studium ihrer Zuſammenſetzung gewiſſe Verhältniſſe dar, welche durch die Anweſenheit des Meeres über den lebenden Korallen nicht leicht erforſchbar ſind. Ich meine die verticale Zuſammenſetzung der Korallenriffe. In der That ſcheint dieſe, nach den genauen Unterſuchungen des Berner und Solothurner Jura's, eine conſtante Norm zu haben. Die Riffe ſelbſt ruhen meiſt auf kieſeligen, ſandigen Kalkſteinen, die mit Sand- und Sandmergelſchichten wechſeln. In den unterſten Schichten der Korallenbänke ſelbſt finden ſich viele ſchwammige, incruſtirende, ſteinige oder ſelbſt Lederkorallen mit einer Menge von Muſcheln und Schnecken, die gewöhnlich in den Uferbildungen auf ſandigem Grunde gefunden werden. Auf dieſe folgen dann platte Steinkorallen mit

Digitized by Google

Austern, Seelilien und Seeigeln in den Zwischenräumen und endlich auf diesen die hügelartig bauenden Asträen und Anthophylleen, mit welchen sich die ganze Bildung schließt. Die Mächtigkeit dieser Korallenbänke ist meist wenig bedeutend; sie erreicht selten mehr als 10 bis 20 Meter.

§. 671. Die ganze Bildung der Korallenbänke deutet demnach darauf hin, daß sie in geringer Tiefe auf sandigem oder halbsteinigem Grunde in den Jura-Meeren sich angebaut hatten und auch dort Atolls und Riffe bildeten, welche noch jetzt am Platze sich finden. Es ergänzen und entsprechen sich so die Forschungen aus der jetzigen Zeit wechselseitig mit denen der Geologen, und es liefert diese Untersuchung einen neuen Beweis, daß auch in den Jura-Meeren jener häufige Wechsel von Hebung und Senkung, jene allmähliche Vertiefung unter den Meeresspiegel stattgefunden habe, die wir schon früher bei den paläozoischen Gebilden nachwiesen. Die Korallenriffe des Jura sind meist nur 20, höchstens 40 bis 50 Fuß im Ganzen dick; sie können also auch nicht auf tieferen Gründen gebildet sein, denn die obersten Korallen halten sich meist nur einen bis zwei Fuß unter dem Meeresspiegel, und tiefer als 200 Fuß baut sich keine Riffkoralle an. Die fossilen Jurariffe sind auch meist an der Oberfläche der einzelnen Terrainabtheilungen gelegen; allein nichts desto weniger finden wir die Korallenbänke des unteren Oolithes von dem ganzen oberen Jura, diejenigen des Coral-rag von den oft tausend Fuß mächtigen Schichten des Portlandes überdeckt. Offenbar können die Bänke sich nicht in dieser Tiefe gebildet haben; — sie müssen demnach allmählich oder plötzlich versenkt worden sein, um einer successiven Aufeinanderlagerung von so mächtigen Schichten Raum zu geben; zumal da diese oberen Schichten durch ihre gleichmäßige, feinkörnige Zusammensetzung und den Mangel an Fossilien meist ihren Ursprung als Hochsee-absatz beurkunden.

§. 672. Man hat beobachtet, daß die Korallenriffe, welche sich im deutschen, schweizerischen und französischen Jura finden (siehe die Karte Fig. 182), einen weiten Halbkreis vorstellen, in dessen Inneren man keine Kreide findet, und man hat daraus geschlossen, daß diese Riffe den Andrang und das Einfluthen des Kreidemeeres hätten verhindern müssen. Die bisher angeführten Thatsachen beweisen, daß diese Ansichten durchaus unhaltbar sind und mit der Beobachtung im Widerspruche stehen, indem ein Korallenriff, wenn es auch längs eines Ufers sich hinzieht, doch nie, unter keinen Umständen, das Eindringen des Meeres bis zum Festlande oder in das Innere eines Atolls abhält; vielmehr kann die Existenz eines Riffes, nach unseren jetzigen Beobachtungen, nicht anders gedacht werden, als auf beiden Seiten von Meer umgeben und durchaus unter dem Spiegel des Meeres. Ein

Digitized by Google

Korallenriff für sich hätte demnach niemals dies Eindringen des Kreidemeeres abgehalten — was diese abhielt, war die Erhebung der gesammten Juraschichten, die nun Festland bildeten — Erhebung, welcher die Korallenriffe ebenfalls gehorchten, die aber nicht mit ihrer Eigenschaft als Korallenriffe zusammenhing.

§. 673. Der Einfluß der kleinsten Organismen, Polythalamien und Infusorien auf den Bau der Erdschichten tritt nirgends stärker hervor, als gerade in der Kreideperiode, und es erliegt keinem Zweifel, daß der meiste Kalk und der meiste Kiesel, welcher sich in diesen Ablagerungen findet, erst durch Thiere fixirt worden sei. Man hat sich mit der Ansicht getragen, daß diese beiden Stoffe wirklich von den Thieren erzeugt worden seien. Unseren bisherigen Kenntnissen nach kann aber der Organismus kein chemisches Element erzeugen; er kann dasselbe nur von der Außenwelt aufnehmen und zum Aufbau der organischen Form verwenden. In diesem Sinne ist auch der Ausspruch zu nehmen, daß die Kreide einzig das Erzeugniß mikroskopischer Thierchen sei; es haben diese Thiere den im Wasser aufgelösten Kalk, die darin befindliche Kieselerde an sich gezogen, zur Bereitung ihrer Schalen verwendet, und diese Schalen sind es jetzt, welche die Ablagerungen zusammensetzen.

§. 674. Bei unseren heutigen Kenntnissen über das mikroskopische Leben kann es nicht mehr in Verwunderung setzen, wenn man behauptet, daß mehre hundert Fuß mächtige Ablagerungen von Thieren gebildet sind, die so klein sind, daß Milliarden von ihren Leichen dazu gehören, um einen einzigen Cubikfuß Kreide zusammenzusetzen; wir wissen, wie ungeheuer groß die Reproductionsfähigkeit dieser Thiere ist, und ihre Vermehrung in den Gewässern des Festlandes und dem Meere beweisen zur Genüge, daß solche Anhäufungen durchaus nicht unmöglich sind. Jedenfalls aber beweist diese Zusammensetzung der Kreide aus Foraminiferen, daß diese reine Meeresbildung sei, da man Thiere dieser Art noch nicht im süßen Wasser gefunden hat.

Digitized by Google

III. Die tertiären Bildungen.

9. Eigentliche Tertiärgebilde.
10. Diluvialperiode.
11. Erratische Erscheinungen.

9. Die Tertiärgebilde.

(Formation tertiaire; Groupe supracrétacé; Molassengebirge; Tertiary rocks.)

§. 675. Die über der Kreide gelegenen Gebilde bieten in noch weit höherem Grade, als jene Formation, vereinzelte Becken dar, die nur selten in größeren Strecken zusammenhängen und deren Zusammenstellung je nach der Gleichzeitigkeit ihrer Ablagerung um so schwieriger wird, als der Einfluß der Klimate sich in bedeutendem Maße fühlen läßt, so daß die in den Schichten eingeschlossenen, fossilen Reste nur wenig Vergleichungspunkte unter sich darbieten. Zugleich zeigen diese Gebilde ungemein häufige Wechsel zwischen Süßwasser und Meerablagerungen, welche auf öftere Schwankungen des Bodens und successive Erhebung und Erniedrigung derselben Stelle schließen lassen. Fast in allen größeren oder kleineren Becken, welche größere Reihenfolgen dieser Schichten enthalten, findet man mehrfache Abwechselungen und über einander greifende Schichten, die bald Süßwasser, bald Meeresbewohner einschließen. Die Vergleichung der einzelnen Becken unter einander wird dadurch noch mehr erschwert; denn während die Meeresfaunen, ihrer größeren, horizontalen Erstreckung wegen, selbst in verschiedenen Klimaten noch manche Anhaltspunkte durch ihre Bewohner bieten, so ist es fast unmöglich, gleichzeitige Süßwasser- und Meeresbildungen mit einander zu vergleichen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß manche mit einander gleichzustellende Becken durchaus umgekehrte Schichtenwechsel zeigen, daß das eine mit dem Meere in Verbindung stand, während das andere von süßem Wasser erfüllt war, und daß oft dieselbe Bodenbewegung, welche das eine Becken vom Meere abschnitt, das andere in Verbindung damit brachte; — wir können solche Verhältnisse ahnen, aber ihre genaue Bestimmung ist zur Zeit noch unmöglich. Es ist deshalb in dem Folgenden der Weg gewählt worden, einige der ausgezeichnetsten Bildungen in den bekanntesten Ländern nach geographischer Ordnung zu beschreiben (alle zu erwähnen, wäre unthunlich) und später anzugeben, in welcher Art man sie bis jetzt zu classificiren versuchte. Man kann die große Gruppe der hier zu betrachtenden Schichten in zwei Hauptabtheilungen bringen; — eigentliche Tertiärgebilde und Diluvialgebilde, die weniger aus regelmäßigen Schichten, als vielmehr aus mehr oder minder unregelmäßigen Schuttanhäufungen bestehen.

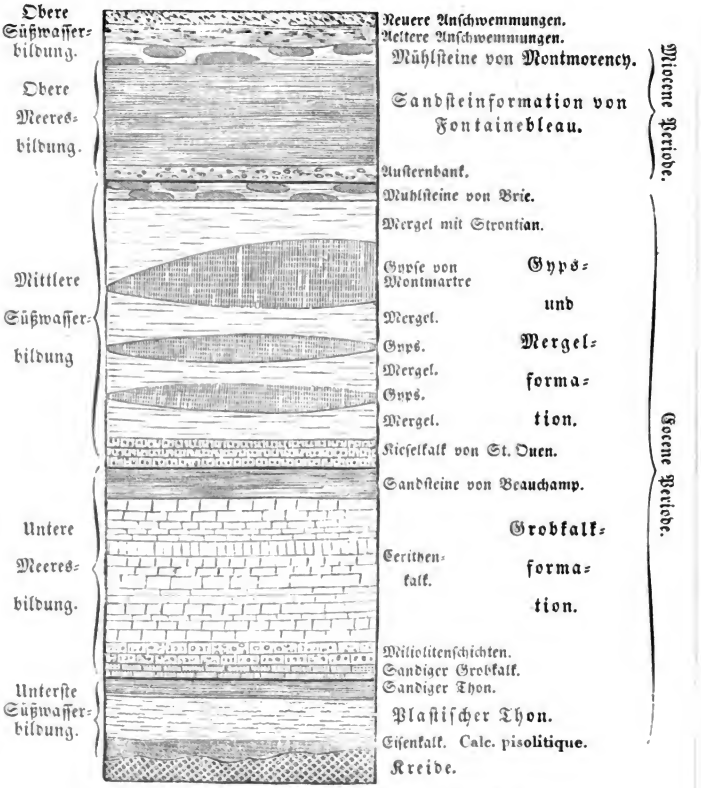
Digitized by Google

Tertiärgebilde in Frankreich.

§. 676. Das Pariser Tertiärbecken (Fig. 315), von allen wohl dasjenige, was am genauesten gekannt ist, zeigt hauptsächlich eine große Entwickelung von kalkigen Gesteinen, die eine bedeutende Mächtigkeit erreichen. Ueber seine Ausdehnung siehe die Karte Fig. 35 Seite 100.

Unmittelbar auf der Kreide und mit dieser in so innigem Zusammenhange der Erstreckung, daß einige Geologen ihn noch zu der Kreide haben zählen wollen, zeigt sich an mehren Orten ein gelblicher, eisenhaltiger Knotenkalk, der zuweilen in grüne und selbst weiße Sandsteine übergeht und

Fig. 315.



Idealer Durchschnitt des Pariser Tertiärbeckens.

Digitized by Google

hie und da auch vegetabiliſche Eindrücke enthält. Man hat ihn mit dem Namen des Eiſenkalkes (Calcaire pisolitique) belegt.

Ueber dieſem Eiſenkalke findet ſich der plaſtiſche Thon (Argile plastique) meiſt aus weißen, rothen oder grauen Thonen in ſeinen unteren Lagern zuſammengeſetzt. Zuweilen zeigen ſich auch ſtatt dieſer Schichten Bänke von Puddingen und Rollſteinen, die auf Koſten der unterliegenden Kreide und ihrer Feuerſteine gebildet ſind oder auch gelber und grauer Sand mit Braunkohlenablagerungen, bei welchen ſich zuweilen alaunhaltige Eiſenkieſe finden. Der plaſtiſche Thon enthält neben einer Menge von Süßwaſſerſchnecken auch die erſten foſſilen Knochen von Säugethieren und Schildkröten, und darf demnach unbedingt als eine Süßwaſſerbildung betrachtet werden. In ſeinen oberen Schichten indeß, die meiſt ſandiger werden und eine ſchwärzliche Farbe annehmen, findet man auch einige zerſtreute Meerespetrefacten, die allmählich nach oben an Menge zunehmen. §. 677.

Dem plaſtiſchen Thone folgt die Grobkalkformation (Calcaire grossier), die offenbar dem Meere angehört und eine ungemein große Menge von Foſſilien enthält. Die Formation beginnt mit einem grünlichen Kieſelſande, der nur wenig mächtig iſt und eine geringe Verbreitung beſitzt. Ueber dieſem Sande erſt zeigt ſich der eigentliche Grobkalk, der unten meiſt grün gefärbt, zerreiblich und zum Bauen unbrauchbar iſt, während ſeine mittleren und oberen Schichten jenen vortrefflichen feſten und dennoch leicht zu bearbeitenden Quaderſtein geben, aus dem ganz Paris erbaut iſt. Die oberen Bänke des Grobkalkes werden meiſt compacter und wechſeln öfter mit Mergeln ab, die zuweilen Zähne von Lophiodon, Pflanzenreſte und einige Süßwaſſermuſcheln enthalten, während ſonſt die überwiegende Mehrzahl der Foſſilien dem Meere angehört. §. 678.

Ueber dem eigentlichen Grobkalke finden ſich weiße oder grünliche, glimmerloſe Sandſteine, welche öfter Kalkknoten enthalten und mit dem Grobkalke eine Unzahl von Verſteinerungen theilen. Man nennt dieſe Schichten von den Steinbrüchen, wo ſie ſich hauptſächlich zeigen, Sandſteine von Beauchamp. §. 679.

Dieſen Sandſteinen folgt der Kieſelkalk von St. Ouen (Calcaire siliceux de St. Ouen), offenbar eine Süßwaſſerbildung, zuſammengeſetzt aus zahlreichen Wechſellagern von dolomitiſchen Mergeln mit Kieſelnieren und zerſtreuten Kieſelmaſſen, weißen, compacten Kalkſteinen, grünlichen Sandlagern mit vielen Süßwaſſermuſcheln, Sumpfpflanzen, Charakörnern und Säugethierknochen, namentlich von Anoplotherien und Paläotherien.

Gypshaltige Mergel, die ebenfalls dem ſüßen Waſſer ihren Urſprung verdanken, folgen über dem Kieſelkalke. Die Mergel ſind gelb oder grünlich und der Gyps in Form von zwei oder drei großen, linſenartigen Scheiben darin abgelagert, die bis zu 20 Meter Mächtigkeit und 120 Kilo- §. 680.

Digitized by Google

meter Durchmesser haben. In diesen Gypsmergeln, die namentlich bei Montmartre bedeutend entwickelt sind, zeigen sich jene zahlreichen Säugethierknochen, deren Bestimmung den Ausgangspunkt einer rationellen Paläontologie bildete. Fast kein Block wird aus dem Gypse von Montmartre gebrochen, der nicht Knochen enthielte; — meist aber isolirt und zerstreut, nur selten finden sich ganze Skelette.

Die letzte Schicht der Grobkalkformation wird von grünen gyps- und strontianhaltigen Mergeln gebildet, die zuweilen ungemein große Massen eines blasigen Kieselsteines enthalten, der zu Mühlsteinen benutzt wird und nicht mit den eigentlichen Mühlsteinen, die weit höher in der Schichtenreihe vorkommen, verwechselt werden dürfen. Diese Mühlsteine, welche sich in den oberen Gypsmergeln finden, tragen den Namen der Mühlsteine von Brie.

§. 681. Die obere Abtheilung der Pariser Tertiärschichten wird von zwei sehr ausgezeichneten Formationen gebildet, deren unterste unter dem Namen des Sandsteines von Fontainebleau bezeichnet wird. An der Basis dieser Sandsteine findet sich eine dünne Bank von sandigen, gelben oder grünen Thonen, welche eine große Menge von Austern enthalten. Auf diese folgen nun meist durchaus weiße Sandschichten, die nur wenig Glimmer enthalten und zuweilen in Feuersteinpuddinge, eisenschüssige Sandsteine oder knauerhaltige Sandschichten übergehen, in denen man verkieselte Baumstämme und Eindrücke von fossilen Pflanzen gefunden hat. Die harten, glänzenden, feinkörnigen Sandsteine, die namentlich in Paris als Pflastersteine benutzt und sämmtlich im Walde von Fontainebleau gebrochen werden, sind locale Verdichtungen dieser vorherrschenden, lockeren Sandschichten, in welchen vielerlei Petrefacten die Meeresbildung deutlich erkennen lassen.

§. 682. Die Mühlsteine von Montmorency, eine reine Süßwasserbildung, schließen die Reihe der Pariser Tertiärgebilde. Die ganze Ablagerung besteht aus rothen, eisenschüssigen, sandigen Thonen und Mergeln, die viel Quarzkörner und große Concretionen eines blasigen, kalkhaltigen Kieselsteines enthalten, welche letztere als Mühlsteine ausgebeutet werden. Im Süden des Beckens werden diese Thone mit Kieselnieren durch compacte, röhrige Süßwasserkalke ersetzt, die oft mit weißen oder seltener grünen Mergeln wechseln, in welchen man ebenfalls Andeutungen von Kieselconcretionen findet. Fetzen dieser Bildung, welche man den Kalkstein von Beauce nennt, finden sich hie und da auf der Oberfläche des Tertiärbeckens zerstreut, ohne merklichen Zusammenhang und in sehr abwechselnder Gestalt, indem bald mehr Sand, bald Kiesel, Kalk oder Thon in ihrer Zusammensetzung vorherrscht, was hauptsächlich von localen Einflüssen bei der Bildung abhängig war.

Digitized by Google

Als charakteriſtiſche Foſſilien des Pariſer Tertiärbeckens werden aufge- §. 683.
führt:

Im plaſtiſchen Thone.

Palmacites echinatus.
Melania inquinata.
Melanopsis buccinoidea.
Ostrea bellovacina.
Palaeocyon primaevus.
Cyrena cuneiformis.
Viverra gigantea.
Anthracotherium.
Cerithium variabile.
Lophiodon.

Im Grobkalk. §. 684.

Turbinolia elliptica.
Cerithium giganteum, Fig. 324., cristatum, acutum, papale, lapidum.
Astrea crenulata.
Orbitolites plana.
Miliolites trigonula.
Biloculina opposita. Fig. 321.
Turritella imbricataria.
Triloculina communis. Fig. 322.
Pleurotoma filosa.
Nummulites laevigata, planulata.
Voluta harpa, spinosa.
Ostrea flabellula.
Neritina conoidea.
Cyrena Gravesii.
Cardium porulosum.
Conus deperditus.
Pectunculus pulvinatus.
Fusus Noae.
Lucina saxorum.
Nautilus Lamarckii.
Venericardia planicosta, imbricata.
Otodus apiculatus.
Crassatella tumida.
Lamna elegans.
Dentex Faujasii.
Cytherea elegans.

Im Gypſe und den Gypsmergeln. §. 685.

Glauconomya convexis.
Palaeotherium magnum, Fig. 335., medium, crassum, minus.
Planorbis rotundata.
Anoplotherium commune, Fig. 336.
Lymnaea longiscata.
Xiphodon gracile.
Cyclostoma mumia.
Dichobune (Anoplotherium) leporinum, marinum.
Toxotherium parisiense.
Chaeropotamus parisiensis.
Pterodon parisiensis.
Didelphys Cuvieri.
Canis parisiensis.
Lophiodon isselense, medium.

Im Sandſtein von Fontainebleau. §. 686.

Ostrea longirostris, cyathula.
Cytherea incrassata.

Digitized by Google

Corbula striata.
Trochus cyclostoma.

Pectunculus terebratularis, angusticostatus.
Cerithium plicatum, trochleare.
Natica labellata.

§. 687. In den Mühlſteinſchichten von Montmorency.

Chara medicaginula.
Nymphaea Arethusae.
Helix Moroguesi.
Planorbis cornu, Prevostinus.
Lymnaea cylindrica, cornea.

Cyclostoma elegans.
Cerithium Lamarckii.

§. 688. Die Faluns der Touraine bilden eine Menge kleiner, hie und da zerſtreuter Fetzen, welche Ueberreſte eines großen, einzigen Beckens geweſen zu ſein ſcheinen. Die vorherrſchenden Geſteinsarten ſind Mergel, mergeliger Sand mit Quarzkörnern und abgenutzten, gerollten Foſſilien, welche meiſt auf Lagern von Conglomeraten und Geröllen ruhen. An den oberen Ufern der Loire ſind dieſe Meeresſchichten durch graugelbe Mergel erſetzt, welche durch Verwitterung der benachbarten, kryſtalliniſchen Geſteine des Centralplateau's der Auvergne entſtanden zu ſein ſcheinen und zahlreiche Arten von Süßwaſſerſchnecken enthalten, die mit Säugethierknochen gemiſcht ſind, welche durchaus mit denen der Meeresbildungen identiſch ſind.

§. 689. Zu den bemerkenswertheſten Foſſilien der Faluns gehören:

Retepora cellulosa.
Dendrophyllia irregularis.
Corbula carinata.
Venus clathrata.
Cardium echinatum.
Pectunculus glycimeris.
Arca diluvii.
Natica olla.
Cerithium tricinctum.
Fusus rostratus.
Cypraea lyncoides, affinis.
Murex turonensis.
Conus Mercati.
Manatus fossilis.
Dinotherium giganteum, Fig. 332 u. 333.
Rhinocerus incisivus, minutus.
Mastodon angustidens.
Hyaenodon brachyrhynchus.
Hippotherium.

§. 690. An dem nördlichen Fuße der Pyrenäen findet ſich gegen Weſten hin ein bedeutendes Tertiärbecken, das eine dreieckige Geſtalt zeigt. Die eine Seite dieſes Beckens wird von dem Ufer des Biskayiſchen Golfes bis zur Mündung der Gironde, die zweite von dem nördlichen Rande der Pyrenäen, die dritte von den Südabhängen des granitiſchen Centralkernes von Frankreich und ſeines ſecundären Gürtels gebildet.

Als unterſte Schicht kennt man in dieſem Becken den Grobkalk von Bordeaux, der zuweilen ſandig iſt, mit Quarzgeröllen gemiſcht, bald feſt und bauwürdig erſcheint. An anderen Orten geht dieſer Kalkſtein in mergeligen Kalk mit Thongallen und ſelbſt in reine, gelbe oder röthliche Mergel über. Man findet dieſe Schichten nur ſtückweiſe hie und da in tiefen Thal-

Digitized by Google

einſchnitten, ſie laſſen ſich aber überall durch dieſelben Foſſilien, welche dem Pariſer Grobkalk ähnlich ſind, und namentlich durch eine Unzahl Milioliten wiedererkennen.

Auf dieſem Grobkalke ruhen Süßwaſſerſandſteine (Molasse d'eau douce) von ſehr wechſelnder Beſchaffenheit, die indeß meiſt ein kalkiges Cäment zeigen, und dadurch der Molaſſe in petrographiſcher Hinſicht ſehr ähnlich ſind. Oft findet man Puddinge, aus Rollſteinen der Pyrenäen oder der granitiſchen Geſteine im Norden des Beckens gebildet; an anderen Stellen gelbliche, ſandige Mergel mit Eiſennieren und Thongallen; dort wieder feſte Sandſteine, die man zum Pflaſtern benutzen kann, und zuweilen eingeſtreute Bänke von Braunkohlen. In den meiſten dieſer Schichten hat man Knochen von Paläotherien, Schildkröten und Crocodilen gefunden. §. 691.

Ueber dieſer Süßwaſſermolaſſe finden ſich weiße, erdige, zuweilen compacte Kalkſteine (Calcaire de l'Agénais), die nach oben bituminös und bläulich werden. Oft enthalten dieſe Kalke kieſelige Maſſen, ſchieferige Zwiſchenſchichten, Mergel, Thone und Bohnerze. Zahlreiche Knochen von Säugethieren der mannichfachſten Art finden ſich in dieſen Süßwaſſerkalken zerſtreut; das Lager von Sanſans im Gersdepartemente gehört denſelben an. § 692.

Die Faluns von Bordeaux, welche über dieſen Süßwaſſerkalken liegen, beſtehen aus kieſeligen Thonſandſteinen, die zuweilen kalkig werden und eine ungemeine Maſſe von Foſſilien enthalten, welche alle auf eine Meeresformation ſchließen laſſen. Die Fauna dieſer Faluns ſtimmt, wie es ſcheint, in vielen Punkten mit derjenigen der Schweizermolaſſe überein, und muß vielleicht mit dieſer eher der Subappenninenformation, als der miocenen Periode, wie man bis jetzt gethan, paralleliſirt werden. §. 693.

Ueber den Faluns endlich finden ſich gewaltige, unklar geſchichtete Bänke von Geröllen, die einen Kalkkitt haben, von gelben, kreidigen Kalkſteinen, weißlichen Sandſchichten mit Quarzgeröllen, abwechſelnd mit gelben, eiſennierenhaltigen Thonen und Sandlagern. Die unfruchtbare Ebene des Landes iſt beſonders von dieſen loſen Sandgeröllen gebildet.

In dem Grobkalke von Bordeaux ſind unter den ſehr zahlreichen, foſſilen Reſten beſonders hervorzuheben: §. 694.

Orbitolites plana.	Natica patula.
Spatangus Grignonensis.	Trochus agglutinans.
Asterias laevis.	Cerithium giganteum, Fig. 324.,
Crassatella tumida.	lapidum.
Lucina gigantea.	Terebellum convolutum.
Pectunculus pulvinatus.	Conus deperditus.
Ostrea flabellula.	

In den Faluns von Bordeaux: §. 695.

Lycophrys lenticularis.	Astraea Guettardi.

Digitized by Google

Corbula striata.
Lucina columbella.
Cardium Burdigalinum.
Arca diluvii.
Ostrea virginica.
Natica glaucina.
Trochus patulus.
Turritella terebralis.
Cerithium cinctum, plicatum.
Fasciolaria Burdigalensis.
Pyrula rusticula.
Buccinum baccatum.
Oliva plicaria.

§. 696. In dem berühmten Knochenlager von Sanſans im Gersdepartemente hat ſich eine große Menge von Säugethierknochen gefunden, nach denen die dort begrabene Fauna derjenigen der Molaſſe ziemlich nahe kommt und vielleicht mit derſelben identificirt werden dürfte.

Pithecus fossilis. Fig. 349.
Mastodon tapiroides, angustidens.
Dinotherium giganteum. Fig. 332 u. 333.
Rhinoceros incisivus (Acerotherium incisivum).
Lophiodon.
Moschus.
Cervus.
Antilope.
Macrotherium giganteum.
Amphicyon major.

Unter den darin vorgefundenen Süßwaſſerſchnecken ſind beſonders zu nennen:

Bulimus laevo-longus, mumia.
Helix lapicidites, nemoralites, Lartetii.
Lymnea Ore-longo, stagnalis, longiscata, acuminata.
Cyclostoma elegantilites.
Planorbis vortex.

§. 697. Auf der Oſtſeite des nördlichen Pyrenäenabhanges werden die Ebenen des Languedoc, der Provence und zum Theil die von Burgund von einem ähnlichen Tertiärbecken gebildet, wie das auf der Weſtſeite geſchilderte iſt.

Die unterſten Schichten dieſes Beckens werden von groben Sandbänken, rothen oder gelben Mergeln mit Kalkknoten, grauen mergeligen Kalkſteinen, bituminöſen Thonſchiefern in bunter Abwechſelung gebildet, zwiſchen welchen Lager von Braunkohlen eingeſchoben ſind, die an vielen Orten bauwürdig erſcheinen und bald gute, glänzend brechende Kohlen, bald ſchieferige, erdige Maſſen zeigen. Ueber den Braunkohlen finden ſich meiſt blätterige Mergelmaſſen von allen Farben, die mit Sand- und Kalklagern abwechſeln. In allen dieſen Braunkohlenſchichten (Terrains à lignites) finden ſich Süßwaſſermuſcheln in großer Menge, mit Schildkröten- und Crocodilknochen; — ein Beweis, daß ſie einer Meeresbildung angehören.

§. 698. Ueber den Braunkohlenſchichten finden ſich dicke, compacte Kalkſchichten von grauer oder gelber Farbe, die zuweilen mergelig oder oolithiſch werden und an einigen Orten auch in Conglomerate und Puddinge übergehen, welche gelbe und rothe Gerölle enthalten und als Marmor benutzt werden. Zuweilen finden ſich auch Kieſelkalke und Mergelſchiefer, Macigno's und grobe

Digitized by Google

Sandsteine, und endlich als letztes Glied dieser Süßwasserkalke mächtige Schichten von Thon- und Kalkschiefern, die bei Aix namentlich durch ihren Reichthum an fossilen Resten bekannt sind. Man hat darin Vogelknochen und Federn, Schildkröten, viele Süßwasserfische und Crustaceen, Süßwassermuscheln, Palmenblätter, Tannenzapfen und vor allen eine ungemein große Menge von Insecten (mehr als 150 Arten) gefunden, deren Bestimmung aber leider nur eine sehr zweifelhafte ist, da trotz der guten Erhaltung dieser Abdrücke von Aix gerade die bei Bestimmung der Insecten hauptsächlich in Betracht kommenden Theile, wie Fühlhörner, Freßwerkzeuge und Beine, nicht gehörig sichtbar sind.

In der Umgegend von Montpellier, in den Departementen des Gard §. 699
und des Hérault findet sich über diesen Süßwasserkalken ein eigenthümliches System meist kalkiger Schichten, welche Meeresmuscheln und Säugethierknochen enthalten und unter dem Namen des Calcaire Moëllon bekannt sind. Meist erscheinen an der Basis dieser Kalkschichten in unmittelbarer Auflagerung auf dem Süßwasserkalke blaue, oft chloritische Mergel, mit Sandschichten übermengt. Der Moëllonkalk selbst ist ein grobkörniger, blasiger Kalk voll Höhlen und leeren Zwischenräumen, der wie eine aus Muschel- und Polypenfragmenten zusammengebackene Breccie sich darstellt, oft Gerölle und Conglomerate enthält und hie und da in verhärtete Mergel- und Sandschichten übergeht. Es finden sich sehr häufige Fossilien, aber nur selten schön erhalten, darin; die häufigsten sind: Cerithium plicatum, margaritaceum; Ostrea virginica, undata; Pecten benedictus, laticostatus; Perna maxillata; Arca diluvii; Palaeotherium; Lophiodon.

An den Rhonemündungen findet sich statt des Moëllonkalkes eine Ablagerung weicher, sehr feinkörniger, gelblicher Kalksteine, welche dieselben Fossilien besitzen und ebenfalls auf blauen Mergeln ruhen. Weiter nach Nordosten hin zeigen sich bläuliche oder röthliche Sandsteine, mergelige Kalke, zuweilen auch bläuliche Molassensandsteine, alle mit reichlichen Fossilien.

Als oberste Schichten endlich erscheinen bei Montpellier gelbe Sand- §. 700.
schichten mit Meeresmuscheln und Säugethierknochen, oder Süßwasserkalke von geringer Consistenz; bei Perpignan sandige Mergel mit vielen Fossilien; bei Marseille schieferige Mergel mit Pflanzenabdrücken und Kalktuffe mit Süßwasserschnecken. Unter den Meeresmuscheln von Perpignan zeichnen sich namentlich aus: Cyprina islandicoidea; Cardium hians; Pectunculus glycimeris; Pinna nobilis; Turbo rugosus; Turritella vermicularis; Cerithium varicosum; Ranella marginata; Rostellaria pes pelecani; Buccinum semistriatum; Terebra duplicata.

In der Umgebung des granitischen Centralkernes von Frankreich finden §. 701.
sich einige kleine Tertiärbecken, welche die Thäler der Auvergne ausfüllen. Das größte derselben tritt in dem durch den Zusammenfluß der Loire und

Digitized by Google

des Allier gebildeten Winkel auf, in welchem auch Clermont, die Hauptstadt der Auvergne, liegt. Die unterſten Schichten dieſes Beckens werden von rothen Mergeln gebildet, die zuweilen mit compacten, weißen Kalkſteinen abwechſeln und in der Mitte des Beckens ſehr mächtig werden, während an den Rändern die Kalkſteine überhand nehmen und ſandig werden. In den oberen Schichten dieſer Bänke finden ſich namentlich gelbliche, fragmentariſche Kalkſteine, harte Sandſteine, körniger Gyps mit vielen Säugethierknochen und Süßwaſſermuſcheln. Die Schalen der kleinen Krebſe, welche Cypris genannt werden, bilden oft förmliche Schichten. Unter den foſſilen Muſcheln zeichnen ſich beſonders aus: Paludina Dubuissonii, arvernensis; Limnaea cornea; Planorbis rotundatus; Helix Ramondi, Cocquii; Cyrena depressa; — unter den Säugethieren: Mustela plesictis; Viverra antiqua; Hyaenodon leptorhynchus; Anthracotherium magnum, velaunum; Oplotherium; neun Arten von Hirſchen (Cervus); Talpa antiqua; Erinaceus arvernensis; Steneofiber.

§. 702. Ueber dieſen größeren Becken finden ſich hie und da zerſtreut Flecken von neueren Schichtenbildungen, meiſt aus vulcaniſchen Tuffen und Bimsſteinen zuſammengebacken, worin viele noch unbeſtimmte Fiſch-, Inſecten- und Pflanzenreſte vorkommen, und die eine wahre Fundgrube für Säugethiere neuerer Formationen geworden ſind. Man hat hauptſächlich bis jetzt darin folgende Thiere gefunden: Ursus arvernensis; Lutra arvernensis; Felis (Steneodon) (Ursus) cultridens, arvernensis, brevirostris etc.; Canis; Hyaena arvernensis; Elephas primigenius, Fig. 338; Mastodon angustidens; Rhinoceros elatus; Tapirus arvernensis; Cervus 15 Species; Hystrix cristata; Equus; Hippopotamus; Antilope; Capra; Bos; Castor etc. Dem ganzen Verhalten dieſer Säugethierfauna nach muß demnach dieſe Bildung den Knochenhöhlen und dem Diluvium paralleliſirt werden.

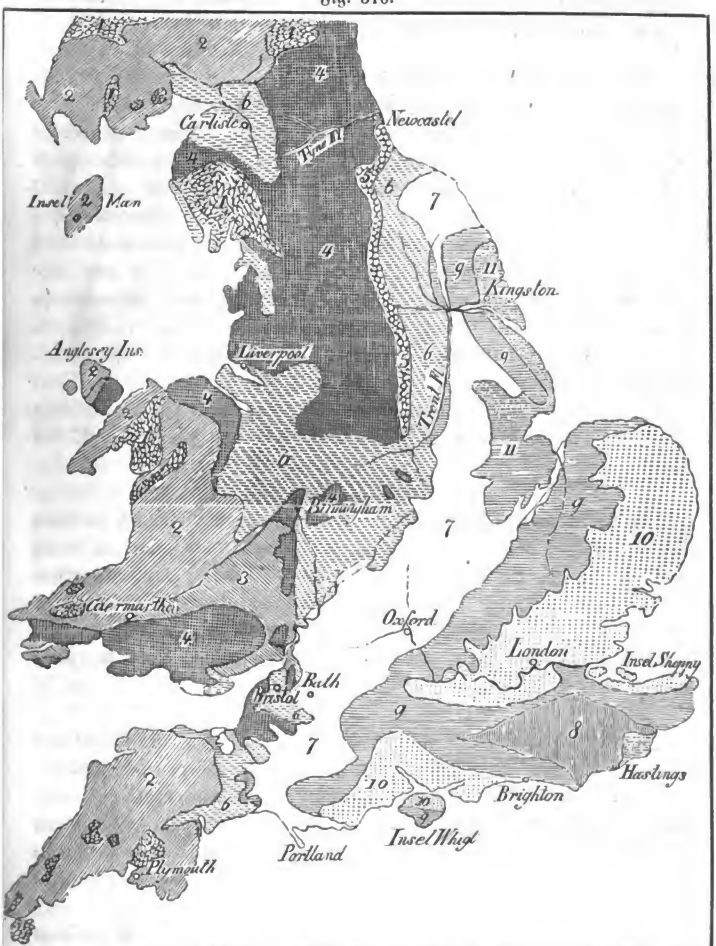
Tertiärgebilde in England.

§. 703. Das Londoner Tertiärbecken (Fig. 316) hat eine bedeutende Ausdehnung, indem es die ganze ſüdliche Hälfte der Weſtküſte Englands von der Themſe bis zum Waſh einnimmt, und der Themſe entlang ſich weit in das Land hineinſtreckt. Auf der Südküſte findet ſich eine geologiſch durchaus gleiche, anſehnliche Ablagerung der Inſel Wight gegenüber, deren Zuſammenhang mit dem Londoner Becken ſelbſt durch die inſelartige Erhebung der Wealdgebilde und der Kreide unterbrochen iſt.

Die Schichtenfolge im Londoner Becken iſt äußerſt einfach. Den Boden der Mulde füllt eine ſandige Kiesmaſſe mit Conglomeraten durch thonige Schichten zuſammengebacken und vereinigt, die man ſeltſamer Weiſe mit dem Pariſer plaſtiſchen Thone verglichen hat, obgleich ſie ganz dieſelben

Digitized by Google

Fig. 316.



Geognoſtiſche Karte von England.

1 Kryſtalliniſche Geſteine. 2 Cambriſch und Siluriſch. 3 Devoniſch. 4 Kohlenform. 5 Permiſch. 6 Triaſ. 7 Jura. 8 Wealdform. 9 Kreide. 10 Tertiär. 11 Alluvion.

Digitized by Google

Fossilien, wie der übrige Londonthon, enthalten, und mithin nur durch mehr sandige und kieselige Beschaffenheit sich von diesem unterscheidet.

§. 704. Ueber diesen Schichten liegen mächtige Lager von blauem oder schwarzgrauem Thon, öfters gesprenkelt mit grauer Erde, weißem Sande und hie und da durch Lager von ovalen oder unregelmäßigen Massen mergeligen Kalksteines verunreinigt, die Septarien genannt werden. Zuweilen häuft sich die Kalkmasse, welche die Septarien bildet, so bedeutend an, daß sie vollständige Schichten darstellt. Die Insel Sheppey an der Themsemündung ist der klassische Ort für den Londonthon. Die Wellen haben dort die Ufer dergestalt unterminirt, daß diese senkrechte, mehre hundert Fuß hohe Riffe und Abstürze bilden, in welchen man die Schichtenfolgen schön beobachten kann. Eine ungeheure Menge von fossilen Früchten, Blumen, Blättern und Stämmen, von Fischen, Crustaceen, Schildkröten, Reptilien, selbst Vögeln und Säugethieren ꝛc. findet sich in diesen Thonschichten der Insel Sheppy, und zum Theil in wunderbarer Erhaltung. Die fossilen Muscheln des Londonthones stimmen meist mit denjenigen des Pariser Grobkalkes überein.

§. 705. In seinen oberen Schichten geht der Londonthon allmählich in einen kieseligen Sand, mit dünnen Mergellagern gemischt, über, der nur wenig Fossilien enthält, die aber im Allgemeinen mit denen des unterliegenden Thones übereinstimmen. Der Bagshot-Sand, wie man diese Schichten genannt hat, kann demnach nicht als besonderes Glied aufgefaßt werden, sondern nur als eine Modification derselben Ablagerung, die unten mehr thonig, oben mehr sandig ist.

§. 706. In dem südlichen Theile des Londonthones, auf der Insel Wight und an der Küste von Hampshire, finden sich mächtige Lager von Süßwassergebilden, die mit Meeresschichten abwechseln und meistens aus grünlichen Mergeln, Kalken und Sandlagern bestehen. Man hat darin Zähne von den Säugethieren aus dem Pariser Gypse, Fische, Säugethiere und viele Muscheln gefunden, die im Allgemeinen mit denen des Pariser Gypses übereinstimmen.

Das Londoner Becken unterscheidet sich demnach hauptsächlich von dem Pariser Tertiärbecken durch seine große Einförmigkeit und die thonige Beschaffenheit seiner Schichten, die nur zuweilen mit Sand und Kalk abwechseln, während in dem Pariser Becken der Kalk gerade das vorherrschende Element ist. Im Londoner Becken sind ebenso die Meeresbildungen überwiegend und die Süßwasserformation durchaus zurückgedrängt, während im Pariser Becken beide einander fast die Waage halten.

Digitized by Google

Zu den charakteriſtiſchen Verſteinerungen des Londoner Beckens ge- §. 707.
hören:

Nipadites elegans.	Limnaea longiscata.
Hightea fusiformis.	Turritella imbricataria.
Pterophiloides Richardsoni.	Fusus asper.
Cupanoides inflatus.	Murex tubifer.
Tricarpellites communis.	Rostellaria lucida.
Cucumites variabilis.	Voluta luctator.
Faboidea ovata.	Ancillaria subulata.
Wetherellia variabilis.	Lamna Hopei. Fig. 327.
	Myliobates toliapicus, punctatus.
Sanguinolaria compressa.	Fig. 328.
	Sciaenurus Bowerbanki.
Pectunculus scalaris.	
Paludina lenta.	Hyracotherium.

In den Grafſchaften Norfolk und Suffolk auf der Oſtküſte von Eng- §. 708.
land finden ſich einige Ablagerungen von Tertiärformationen, welche offenbar weit jünger ſind, als die Bildungen des Londonbeckes ſelbſt, und die man meiſt mit den jüngſten Bildungen des Continentes zuſammengeſtellt hat. In dieſer Formation, welche mit dem Namen des Crag belegt wurde, kann man füglich drei Abtheilungen unterſcheiden.

Der Corallen-Crag (Coralline-Crag), meiſt aus grünlichen oder gelblichen Mergeln mit zuſammenhängenden Kieſellagern beſtehend, abwechſelnd mit Sand- und untergeordneten Kalkbänken. Eine reiche Fauna von foſſilen Meeresbewohnern, namentlich Schnecken und Muſcheln, findet ſich in dieſem Corallen-Crag nebſt einigen Polypen, die aber keine Corallenbänke bilden. Die Fauna iſt durchaus eigenthümlich, vielleicht einigermaßen an die der Faluns in der Touraine ſich anſchließend, aber inſofern ſehr verſchieden, als ſie einen mehr nordiſchen Charakter bietet.

Ueber dieſen Schichten finden ſich rothe, eiſenhaltige Mergel, oft mit §. 709.
ockerigen Knoten vermiſcht, rothe und braune Sandſchichten, zuweilen in's Weiße übergehend, die eine ähnliche Fauna enthalten, aber offenbar ſpäteren Urſprungs ſind und mit dem Namen des rothen Crags (Red-Crag) bezeichnet werden.

Eine dritte Stufe wird von unregelmäßigen Lagern von Sand, Schie- §. 710.
fern, Lehm und Blätterthon zuſammengeſetzt, die zuweilen auch feuerſteinartige Schiefer, Kiesbänke und kleine Kalklager enthalten; viele Meerſchnecken und Muſcheln zeigen ſich darin gemiſcht mit Süßwaſſerbewohnern, mit Säugethier-, Reptilien- und Fiſchknochen, und die ganze Schichtenfolge dieſes neueren Norwich-Crags läßt deutlich auf eine ſeichte, ſandige Mee-

Digitized by Google

resbucht schließen, in welche eine große Menge süßen Wassers sich ergoß, so daß in dem Brackwasser die solchen Becken eigenthümliche, gemischte Fauna lebte, einerseits mit Seefischen und anderen Seebewohnern, anderntheils mit Landthieren vermischt, deren Leichen durch die Flüsse in das Seebecken geschafft wurden.

Tertiärgebilde in der Schweiz.

§. 711. Der ganze weite Raum zwischen den Alpen einerseits und dem Jura andererseits ist von einer gewaltigen Ablagerung sandiger Conglomeratschichten erfüllt, welche man jetzt allgemein unter dem Namen der Molasse bezeichnet. Das Hauptgestein dieser Molasse besteht aus einem mehr oder minder harten, grünlich-grauen, feinkörnigen Sandsteine, dessen Schichtung meist nur durch untergeordnete Bänke von Thon, Mergel, Muschelsandstein bemerklich wird. Die Mächtigkeit der Schichten ist oft ungeheuer; man kennt Orte, wo in einer verticalen Linie von einigen hundert Fußen Höhe keine Absonderungsflächen sich zeigen. Das Bindemittel des grünen Kieselsandes ist meist kalkig, zuweilen fehlt ein solches, und es finden sich dann einfache Sandschichten. An einzelnen Stellen zeigen sich Stinkkalke, untergeordnete Lager von Braunkohlen in verschiedenen Höhen, die aber nur selten ausgebeutet werden können; die oberen Schichten enthalten zuweilen äußerst petrefactenreiche Bänke, die man mit dem Namen Muschelsandstein belegt hat. In solcher Weise, bald mehr, bald minder fest, wenig wechselnd im Ganzen, ziehen sich die Molassen durch die ganze Schweiz fort, vom Boden- bis zum Genfer See.

§. 712. In den oberen Lagern wird die Molasse meist durch eine eigenthümliche Felsart ersetzt, die Nagelflue oder Gompholith. Es sind dies mächtige, oft zu mehren tausend Fußen anwachsende Schichten sehr variabeler Conglomerate von Erbsengröße bis zu den größten Blöcken, die abgerundet sind und alle Charaktere ächter Rollsteine bei sich tragen. Diese Nagelfluen sind meist durch ein kalkiges Bindemittel oder auch durch Molasse zu sehr festen Puddingen zusammengebacken, oft so fest, daß sie zu Mühlsteinen benutzt werden können. Eine merkwürdige Erscheinung, die man bis jetzt nur in den Rollsteinen, welche die Nagelflue zusammensetzen, und auch hier ausschließlich nur an den Kalksteinen kennt, die in großer Menge vorkommen, ist folgende. Die meisten dieser Kalkgeschiebe, wenn nicht gar alle, haben Eindrücke, die oft so tief sind, daß bei kleineren Stücken die Höhlungen beider Seiten kaum durch eine dünne Zwischenwand getrennt scheinen. In eine jede solche Vertiefung paßt das entsprechende Stück eines daneben liegenden Geschiebes, so daß man offenbar den Abdruck dieses Rollstückes darin erkennt. Welche die Ursache dieser Eindrücke sei, ist noch nicht er-

Digitized by Google

mittelt, ſo viel iſt ſicher, daß dieſelben ſehr häufig ſind, keiner Drehung zugeſchrieben werden können, da die Eindrücke genau auf den Stempel paſſen und nicht kreisrund ſind, und endlich, daß dieſelben wohl ſchwerlich einer verſchiedenen Härte zugeſchrieben werden dürfen, da faſt alle Rollſteine dieſer Conglomerate aus demſelben Kalke beſtehen, und dennoch zuweilen daſſelbe Stück, welches in einigen ſeiner Nachbarn Eindrücke bewirkt hat, an anderen Stellen wieder Eindrücke erhalten hat. Alle bis jetzt beobachteten Erſcheinungen deuten darauf hin, daß dieſe Eindrücke erſt nach der Ablagerung der Rollſteine, welche die Nagelflue bilden, bewirkt worden ſind. Auf welche Weiſe dies geſchah, iſt freilich noch nicht erforſcht. Die Nagelfluebänke wechſeln meiſt mit röthlichen Thonen und Mergeln ab, in welchen man dieſelben Muſcheln und dieſelben Säugethierzähne findet, wie in der eigentlichen Molaſſe; ſo daß über das Zuſammengehören dieſer Bildungen kein Zweifel ſein kann.

§. 713. Das Innere der Jurathäler iſt bis in eine gewiſſe Höhe ebenfalls von Molaſſe ausgefüllt, die aber meiſt nur in Form grünen Sandes oder Sandſteines, höchſt ſelten nur als Conglomerat ſich darſtellt. Man hat an vielen Stellen in dieſer Molaſſe Süßwaſſerbildungen, beſonders Süßwaſſerkalk, bemerkt, der meiſt in den oberſten Lagern vorkommt und deshalb für eine jüngere Bildung gehalten wurde, obgleich ſeine ganze Ablagerung und jeweilige Einmiſchung zwiſchen die Molaſſeſchichten zeigen, daß er durchaus gleichzeitig mit dieſer entſtanden iſt.

§. 714. Die Stellung der Molaſſe und Nagelflue im Verhältniß zu den geologiſchen Formationen überhaupt hat manche Discuſſion erregt, deren Entſcheidung beſonders um deswillen noch ferne liegt, weil eine genaue Vergleichung der Petrefacten und namentlich der Muſcheln mit anderen Gegenden noch nicht erfolgt iſt. Früher, wo man überhaupt den Gebilden in den Alpen ein größeres Alter zuzuſchreiben geneigt war, ſah man die Molaſſe wenigſtens für Keuperſandſtein an, und dieſe Meinung wurde noch beſtärkt durch die eigenthümlichen Verhältniſſe der Molaſſe und Nagelflue in der Nähe der Alpen. Statt daß nämlich die Schichten derſelben ſo aufgerichtet wären, daß die Erhebung nach dem Inneren der Alpenkette ſchaute und die Schichten nach außen hin abfielen, ſo findet gerade das Gegentheil Statt. Alle die gewaltigen Molaſſe- und Nagelflue-Erhebungen, von welchen der Rigi eines der bekannteſten Beiſpiele bietet, zeigen die ſteilen Wände ihrer zerriſſenen Schichten gegen die Ebene hin, und ihre Schichten fallen ſo gegen die Alpen hin ein, als ſchöſſen ſie unter die Kalklager, welche dieſe umgeben, und die offenbar zur Kreide- und Juragruppe gehören. Dieſe exceptionellen Lagerungsverhältniſſe müßten demnach der Molaſſe nothwendig ein größeres Alter als die Juraſchichten anweiſen; — ſie erſcheinen aber erklärlich durch Annahme einer gewaltigen Spalte, welche längs der Alpen

Digitized by Google

hinläuft und in welche die Molasseschichten hinabstürzten, als die Alpen sich erhoben.

§. 715. In unserer Zeit ist, durch die Lagerung in den Juraketten sowohl, als auch durch die Petrefacten, die Stellung der Molasse bei den Tertiärgebilden entschieden; nur herrscht noch immer Zweifel, ob sie mehr den oberen Bildungen, der sogenannten Subapenninenformation, oder aber den Tegelbildungen und dem sogenannten Miocen zu parallelisiren sei. Ehe eine genaue, vergleichende Untersuchung der Petrefacten dieser verschiedenen Gebilde kritisch durchgeführt ist, wird es unmöglich sein, diesen Streit zu entscheiden; es ist indeß mehr als wahrscheinlich, daß der Grund der verschiedenen Meinungen weit weniger in den Verhältnissen der Molasse selbst, als vielmehr in der mangelhaften Classificirung der übrigen Gebilde beruht, indem die bisherige Eintheilung der Tertiärgebilde in eocene, miocene und pliocene Gebilde offenbar mehr und mehr unzureichend muß befunden werden. Wie dem auch sei, soviel erscheint jetzt gewiß, daß die Molasse in ihrem gesammten Verhalten weit mehr Aehnlichkeit mit der Subapenninenformation besitzt, als mit irgend einem anderen Gebilde.

§. 716. Unter den besonders bezeichnenden Versteinerungen der Schweizer Molasse können wir nur Wirbelthiere, besonders Fisch- und Säugethierreste hier anführen, indem die Mollusken namentlich noch genauerer Bestimmung harren, und die bis jetzt denselben gegebenen Namen großentheils falsch und unrichtig sind.

Zygobates Studeri.
Notidanus primigenius. Fig. 325.
Carcharodon megalodon. Fig 326.
Oxyrhina hastalis.
Lamna cuspidata, contortidens.
Ischyodon helveticus.
Trachyaspis Lardyi (Schildkröte).
Crocodilus plenidens (Plerodon crocodiloides).
Mastodon angustidens, turicensis.
Rhinoceros incisivus, minutus, Goldfussi.
Palaeotherium Schinzii.
Microtherium Renggeri.
Palaeomeryx Scheuchzeri.
Cervus lunatus.
Chalicomys Jaegeri, minutus.
Dinotherium giganteum. Fig. 332 u. 333.
Halianassa Studeri.

Tertiärgebilde in Deutschland.

7. Es sind dieselben in einzelnen Fetzen überall über den deutschen Boden verbreitet, und größeren Zusammenhang bemerkt man erst in der norddeutschen Ebene, wo freilich die Erforschung um so schwieriger ist, als ungemein mächtige Lager älterer und neuerer Anschwemmungen die tieferen Tertiärlager verdecken.

Digitized by Google

Zu den älteſten tertiären Ablagerungen Deutſchlands gehören braune, eiſenſchüſſige Sandſteine, die faſt aller Orten in Mecklenburg unter den Geröllen und Torflagern anſtehen, und deren umhergeſtreute Bruchſtücke unter dem Namen »Sternberger Kuchen« bekannt ſind. Sie verbreiten ſich bis in die Mark Brandenburg und enthalten eine große Anzahl von Foſſilien, die meiſt mit denen des Londonthones übereinſtimmen.

Das mittelrheiniſche Tertiärbecken (Fig. 317) in der Nähe §. 718.

Fig. 317.

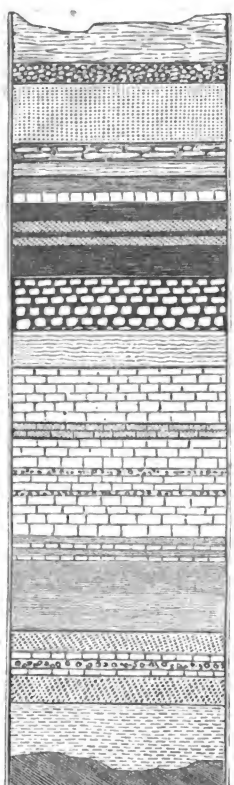
Karte des Mainzer Tertiärbeckens.

1	2	3	4	5	6
Bunter Sandſtein.	Unterer Tertiärſand.	Blauer Mergelthon.	Oberer Kalk.	Oberer Knochenſand.	Aeltere Anſchwemmung. Löß.

Digitized by Google

von Mainz erfüllt den Winkel zwischen Rhein und Nahe auf dem linken Rheinufer und dehnt sich im Süden an die Ausläufer der Vogesen an. Der Boden des Beckens scheint durchaus von den muldenförmigen Schichten des bunten Sandsteines gebildet zu werden, welcher längs der westlichen Grenze des Beckens sich hinzieht und auch auf der östlichen Grenze, nahe am Rheinufer, nördlich von Oppenheim auf einer sehr beschränkten Stelle hervortritt. (Fig. 318.)

Fig. 318.



Idealer Durchschnitt des Mainzer Tertiärbeckens.

Die links beigesetzten arabischen Ziffern beziehen sich auf den Durchschnitt Fig. 319, die rechts stehenden römischen Ziffern auf die in der Karte Fig. 317 angewandten Bezeichnungen.

Digitized by Google

Die Basis des Beckens scheint von einem plastischen Thone gebildet zu werden, den man bis jetzt noch nirgends aufgeschlossen gefunden, sondern nur durch Brunnen erreicht hat. Man hat diesen Töpferthon mit dem plastischen Thone von Paris identificiren wollen, aber mit Unrecht.

Die tiefste zu Tage gehende Gesteinsart ist ein mehr oder minder feinkörniger Sand, der viele, meist noch unbestimmte Muscheln und Fischreste, sowie Knochen eines Cetaceums enthält, dessen genauere Bestimmung und Einreihung trotz der vielen Namen, die es schon erhalten, noch sehr unsicher ist. Bänke von Geröllen, Conglomeraten und Sandkalken wechseln mit diesem Sande ab, der nur längs des Westrandes des Beckens in unmittelbarer Auflagerung auf den bunten Sandsteinen und vulcanischen Eruptionen des Pfälzer Kohlenbeckens aufruht. Auch scheint dieser Sand nur ein Zerstörungsproduct der benachbarten massigen Gesteine zu sein, da sich in ihm eine Menge Fragmente und Körner von Porphyr, Quarz und Melaphyr finden, welche Felsarten den benachbarten Gebirgen angehören. §. 719.

Ueber diesem unteren Tertiärsande befindet sich ein plastischer Thon, §. 720.
der oft mehr oder minder mergelig wird, namentlich nach oben hin, und dort auch zuweilen Bänke von Kalksteinen oder Sandmergeln enthält. Je weiter nach oben die Formation sich entwickelt, desto mehr nehmen die Kalkbänke zu; es finden sich nun zuerst compacte Kalksteine von gelber oder röthlicher Farbe, mit leicht welligem oder schaligem Bruche, der oft in erdigen Kalkstein übergeht. Zwischen diesen compacten Kalk schieben sich hie und da Kalktuffe nnd Oolithe ein. Zahlreiche Fossilien, worunter namentlich Cyprina islandicoides; Cerithium margaritaceum, plicatum; Cytherea laevigata; Donax incompleta etc. erfüllen die Schichten.

Die oberen Reihen dieses Kalksteines werden von sandigen, erdigen Gesteinen gebildet, und zwar liegt zuerst auf dem compacten Kalk eine Lage von sandigem Kalk, in welchem erdiger Mergelkalk und endlich thonige und kalkige Mergel sich finden, worin Littorinen, Lucinen, Neriten, Cyprinen, Paludinen und Helixarten vorkommen.

Die Kalkbildung wird gekrönt von conglomerirten Schichten kalkiger Fragmente, welche nur wenig Fossilien enthalten.

Ueber dem bröcklichen Kalke kommt eine sehr variable Folge thoniger und §. 721.
kalkiger Mergel mit Zwischenlagern von Kalk vor, welche meist die Oberfläche des Beckens bilden und durch den glücklichen Wechsel in der Bodenzusammensetzung, den sie hervorrufen, großentheils die große Fruchtbarkeit Rheinhessens bedingen.

Die Reihe der Kalkformationen ist mit diesen Gebilden geschlossen: in ihnen finden sich die Knochenlager von Weißenau und Hochheim, wo das Becken sich noch in einer geringen Erstreckung auf das rechte Rheinufer hinzieht. Die ganze Bildung scheint, den fossilen Muscheln und sonstigen

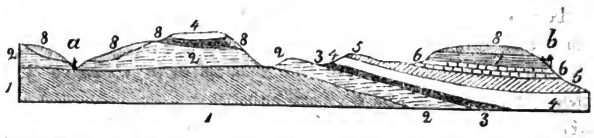
Digitized by Google

Thierreſten nach zu ſchließen, in einem Meeresbecken erfolgt zu ſein, das mehr die Natur von Brackwaſſer zeigte und in deſſen Grenzen überall Süßwaſſer einfloß, ſo daß im ganzen Umkreiſe des Beckens Süßwaſſer und Meeresmuſcheln mit einander gemiſcht ſind.

§. 722. An einigen Orten finden ſich über dem Meereskalke kleine Fetzen ſandiger Ablagerungen, deren Korn von oben nach unten an Feinheit abnimmt und deren unterſte, unmittelbar auf dem Meereskalke liegende Schicht von einem kurzen, bläulichen Töpferthone mit Süßwaſſermuſcheln gebildet wird. Auf dieſem Thone liegen nun mächtige Gerölle, oft durch einen kalkigen Kitt zu Conglomeraten vereinigt, oft loſe, mit einer großen Anzahl von Ueberreſten foſſiler Säugethiere, deren vereinzelte, zerbrochene Knochen und Zähne offenbar ſo liegen, wie ſie ein mächtiger Strom aus der Ferne her angeſchwemmt und abgeſetzt haben würde. Die Reſte, welche in dieſem oberen Knochenſande gefunden werden, gehören hauptſächlich dem Dinotherium Rhinoceros, Mastodon etc. an. Sie unterſcheiden ſich nur inſofern von den unterliegenden Kalken, als in ihnen viele größere Thiere, wenigſtens in einzelnen Bruchſtücken, vorkommen — mit dem Löß haben ſie auch nicht eine Species gemein. Je weiter nach oben man in die Schichten dieſes Knochenſandes dringt, der namentlich bei Oppenheim und Eppelsheim in kleinen Mulden abgelagert iſt, deſto feiner wird das Korn ſeiner Gerölle, deſto ſeltener aber auch die Reſte größerer Thiere, während ſich dann Knochen von Nagern, Inſectenfreſſern und kleinen Raubthieren finden.

Längs der Ränder des Beckens ziehen ſich Bedeckungen jener eigenthümlichen feinen, ſandig kalkigen Schlammerde hin, die am Rheine unter dem Namen Löß bekannt iſt und die wir ſpäter im Zuſammenhange betrachten werden.

Fig. 319.



Durchſchnitt des Mainzer Tertiärbeckens von Dintesheim nach Oppenheim.

a. Dintesheim. *b.* Oppenheim.

1. Blauer Mergelthon. 2. Compacter Meereskalk. 3. Sandiger Meereskalk. 4. Compacter mergeliger Kalk. 5. Thonmergel. 6. Bröcklicher Meereskalk. 7. Thonmergel. 8. Knochenführender Sand.

§. 723. Das Mainzer Tertiärbecken zeichnet ſich an einigen Orten durch ſeinen Wirbelthierreichthum aus, und namentlich Weißenau iſt in dieſer Beziehung eine ausgezeichnete Localität. Die Knochen kommen meiſt vereinzelt vor

Digitized by Google

und gehören kleineren Thieren an; unter größeren Dickhäutern kennt man bis jetzt nur einige Arten von Rhinoceros, besonders Rh. incisivus und Schleiermacheri. Außerdem giebt es dort Mikrotherium, mehre Arten von Palaeomeryx, Spitzmäuse, Stinkthiere, Marder und Amphicyon, Mäuse, Schildkröten, und zwar Flußschildkröten, eine große Zahl von Crocodilen, kleinen Eidechsen, Fröschen, Salamandern, Schlangen, Vögeln und Fischen, die noch näherer Bestimmung harren.

In dem Knochensande von Eppelsheim wurde im Jahre 1836 ein kolossaler Schädel von Dinotherium giganteum gefunden, und weitere Nachgrabungen in der dortigen knochenführenden Sandformation, welche nahe an 50 Fuß Mächtigkeit hat, versprechen noch schöne Resultate für die Paläontologie. §. 724.

Eine ähnliche Ablagerung, wie die von Mainz, findet sich in Baiern in der Gegend von Georgensgmünd, wo ein ziemlich isolirter Kalkhügel der Rest eines großen Tertiärbeckens zu sein scheint, welches sich früher über ganz Mittelbaiern erstreckte und von dem hie und da noch einzelne Punkte übrig geblieben sind. Die Knochen von Georgensgmünd gehören hauptsächlich zu Mastodon angustidens, Dinotherium, Hyotherium, Rhinoceros incisivus, Palaeotherium aurelianense, verschieden von den im Pariser Gypse vorkommenden Paläotherien. §. 725.

Die ganze Wetterau vom Fuße des Vogelsberges an ist von einer tertiären Ablagerung erfüllt, als deren bedeutsamste Schicht ein Braunkohlenlager vortritt, das sich ohne Unterbrechung durch dieses fruchtbare Land zieht. Oben und unten sind diese Braunkohlen in sehr plastische Töpferthone eingeschlossen. Auch in der Gegend von Eppelsheim wurden Braunkohlen gefunden, und die ganze Formation setzt sich durch das Rheinthal hinab fort bis zur Ostsee, auf deren Grunde ansehnliche Braunkohlenlager befindlich scheinen, deren Product zum Theil der Bernstein ist. Diese Braunkohlenablagerungen sind oft, statt von Thon und Letten, auch von Sandsteinen begleitet, und zeigen so in ihrem petrographischen Verhalten viel Aehnlichkeit mit den Steinkohlen, die ebenfalls von Sand und geschieferten Thonen begleitet sind. Sie stehen, wie es scheint, größtentheils mit den Schiefern von Oeningen auf gleicher Altersstufe, und sind meist von Dikotyledonen und Coniferen gebildet. §. 726.

Die Gegend von Wien bildet eine durch das Leithagebirge abgeschnittene Bucht, die mit den weiten Tertiärschichten zusammenhängt, welche die ungarischen und niedersteirischen Gegenden erfüllen und namentlich in den Flußgebieten der Drau und der Donau die größte Verbreitung zeigen. §. 727.

Als unterste Schicht kennt man in dem Wiener Becken einen weißen Kieselsand, der nirgends zu Tage geht und den nur die Bohrversuche zu artesischen Brunnen entdecken ließen. Ueber diesem Sande liegen

Digitized by Google

etwa 300 Fuß mächtige Schichten von blauen Mergeln, deren Fossilien zwar nur wenig bekannt sind, aber doch im Ganzen mit denjenigen des Londonthones übereinzustimmen scheinen. Es folgen darauf nach oben gelbe Sandschichten mit einigem kalkigen Grand, etwa 120 Fuß mächtig und dann 40 Fuß eines überaus petrefactenreichen, blauen Mergels, den man mit dem provinziellen Namen des Tegels belegt und als eine der charakteristischesten Formationen der mittleren Tertiärgebilde ansieht. Viele Fossilien des Tegels scheinen identisch mit den Petrefacten von Bordeaux

§. 728. Ueber dem Tegel lagert eine etwa 350 Fuß mächtige Kalkformation, deren aufgerichtete Schichten zu beiden Seiten die Gehänge des Leithagebirges bilden und deshalb mit dem Namen Leithakalk bezeichnet werden. Die unteren Lager dieses Leithakalkes enthalten zuweilen Braunkohlen und sind meist Kalkconglomerate und Breccien, oder auch molassenartige Sandsteine mit kalkigem Kitte, während die oberen Schichten einen compacten Korallenkalk mit vielen Meeresversteinerungen und einigen Säugethierknochen darstellen, welche besonders dem Dinotherium und anderen Thieren der mittleren Tertiärperiode angehören. An einzelnen Stellen findet sich der Leithakalk überdeckt mit 100 — 140 Fuß mächtigen Bänken eines harten, blasigen, lichten Kalksteines, der viele Süßwassermuscheln enthält. Meist indeß ist der Leithakalk unmittelbar überdeckt mit Sand- und Kiesschichten, die untergeordnete concretionirte oder oolithische Kalksteine enthalten, und Mastodon-, Dinotherium-, Anthrakotherium-Reste ꝛc. eingeschlossen haben. Als oberste Schicht endlich findet sich ein feiner sandiger Lehm, der Löß, mit Landschnecken und Elephantenknochen; — seine Dicke beträgt etwa 60 Fuß.

Die Tertiärgebilde von Wien, die man meist unter dem Namen der Tegelgebilde begreift, schließen sich nördlich an die galizischen, polnischen, volhynischen und russischen Tertiärgebilde an, welche, in mineralogischer Folge wechselnd, ähnliche Verhältnisse der Fossilien darbieten.

§. 729. Das tertiäre Süßwasserbecken von Oeningen ist fast nur aus zweien Steinbrüchen gekannt, welche anderthalb Stunden von dem genannten Orte bei dem Dorfe Wangen liegen. Die unterste jetzt aufgeschlossene Schicht des Beckens besteht aus indigoblauem, kurzem Mergel, über welchem anderthalb Fuß röthlicher Sandstein lagert, der mit unzähligen Limneen erfüllt ist. Darüber kommt schieferiger Kalkstein in zolldicken Lagern vor, der besonders Säugethiere, Schildkröten, Fische und Süßwassermuscheln enthält. Nach oben folgt jetzt weiter eine Schicht mit Helix, Planorbis und großen, wohlerhaltenen Schildkröten in bedeutender Menge und hierauf ein von den Arbeitern Krottenschüsseli-Schicht genanntes Lager von Süßwassermuscheln, deren Steinkerne meist nur übrig sind. Darüber eine Schicht, etwas mehr als einen Zoll dick, von leicht spaltbaren Kalkschiefern, die

Digitized by Google

eine große Menge von Fiſchabdrücken enthalten. Sie wird die Aalſchicht genannt. Dann mehre Schichten mit vielen vegetabiliſchen Reſten, Blättern, Blüthen und Gräſern, ihrer Aehnlichkeit mit gedruckter Indienne wegen Kattunſchichten benannt. Nach oben finden ſich in dieſen Schichten beſonders Hölzer und über den Dendriten zwei dünne Lager mit vielen gut erhaltenen Fiſchen. Auf den Fiſchen ruhen ſtarke Lager, bis $2\frac{1}{2}$ Fuß mächtig im Ganzen, von compactem, ſchieferigem Kalkſteine, in welchem einzig jene bekannten Skelette von Rieſenſalamandern ſich finden, die Scheuchzer für verſteinerte Menſchenknochen anſprach. Darauf erdige, bröckliche Schichten mit undeutlichen Pflanzen- und Inſectenabdrücken, die aber nach oben von einer nur drei Linien dicken Schicht begrenzt werden, die ſehr wohlerhaltene Inſectenreſte enthält. Dann ein ſehr ſchöner, fein ſpaltbarer Kalkſchiefer mit Fiſchabdrücken und über dieſem fünf Fuß ſogenannten Mollenſteines, der feſt, compact, gelblich-grau und ziemlich thonig iſt. Auf dieſem Mollenſteine liegt blaulicher Mergel, über welchem unmittelbar die Dammerde ſich hinzieht.

§. 730. Die in den Oeninger Stinkkalken begrabene Fauna und Flora zeigt ſich bei flüchtigem Ueberblicke im Allgemeinen mit derjenigen, die jetzt in der Umgegend herrſcht, übereinſtimmend, obgleich alle Arten ſpecifiſch verſchieden ſind; — indeß zeigen ſich doch manche bemerkenswerthe Unterſchiede. So fehlt unter den Fiſchen die Familie der Forellen und Lachſe durchaus, während faſt dieſelbe Zahl von Grundeln, Bärſchen, Hechten, Karpfen und Weißfiſchen in den Oeninger Kalken gefunden werden, wie jetzt in dem benachbarten Bodenſee. Unter den Reptilien zeichnet ſich ein rieſiger Salamander aus, deſſen Analogon bis jetzt nur in Japan gefunden und deſſen Skelett früher für ein menſchliches Skelett gehalten wurde; unter den Säugethieren hat ſich namentlich ein faſt vollſtändiges Skelett einer Hundeart gefunden, die dem Fuchſe ſehr nahe zu ſtehen ſcheint.

§. 731. In dem nordweſtlichen Deutſchland, Heſſen, Weſtphalen und Hannover, erſcheinen fleckenweiſe Ablagerungen von eiſenhaltigen Sandmergeln, Sandſtein, hellgrauen Kalkmergeln, welche vielleicht zu den neueſten Tertiärgebilden gehören, da ihre Muſcheln, die dem Meere inwohnten, meiſt mit den ſogenannten pliocenen Formationen übereinkommen ſollen.

Tertiärgebilde in Italien.

§. 732. Der Monte-Bolca bei Verona iſt eine der berühmteſten Localitäten wegen der ungemein großen Menge foſſiler Fiſche, welche ſich in den Kalkſchiefern des dortigen Höhenzuges finden. Mannichfaltige Durchbrüche von Trapp- und Baſaltgeſteinen haben dieſe Schichten, die unmittelbar auf juraſſiſchen Geſteinen zu ruhen ſcheinen, zerworfen und ihre urſprüngliche An-

Digitized by Google

lagerung gestört. Der Kalkstein, in welchem sich die fossilen Meerfische mit fossilen Landpflanzen gemischt finden, ist schieferig, mergelig, von gelblicher Farbe, und wird jetzt hauptsächlich seiner Fossilien wegen ausgebeutet, die in die untere Tertiärreihe zu gehören scheinen.

§. 733. In der Nähe von Turin erscheint ein System ziemlich bedeutend hoher Hügel, welche den Winkel einnehmen, den der Po bei Turin macht und als deren höchster Gipfel die Superga bekannt ist, wovon das ganze Hügelsystem den Namen der Superga erlangt hat. Es bestehen diese Hügel aus ziemlich verworfenen Schichten von dünnen, blätterigen Mergeln, kalkigen Sandbänken, mit Puddingen und nagelflueähnlichen Massen, welche eine reiche Quelle von Fossilien enthalten. Ueber diesen Schichten der Superga liegen die blauen Mergel der Subapenninenformation, und sie selbst ruhen auf Nummulitenkalk, der an einigen Stellen selbst die Reihe der Supergaschichten durchbrochen hat und in kleinen elliptischen Flecken zu Tage kommt.

§. 734. Längs der ganzen Apenninenkette und manchmal bis zu den bedeutenderen Höhen dieses Bergzuges hinansteigend, findet sich ein System von Hügeln, welche man allgemein unter dem Namen der Subapenninenformation als typisches Gebilde der höheren tertiären Bildungen aufzählt. Die untersten Schichten dieser Formation bestehen aus blauen oder grauen Mergeln, mit einer ungeheuren Menge von Seemuscheln, welche im Durchschnitte eine große Aehnlichkeit mit vielen jetzigen Muscheln bieten. Ueber diesen Mergeln liegen lose, gelbliche Sandschichten, welche dieselben Fossilien in großer Quantität enthalten. Hie und da finden sich Süßwasserbildungen, welche, wie es scheint, den mergeligen und sandigen Meeresbildungen aufgelagert sind. Zu diesen Süßwasserbildungen gehören namentlich diejenigen im Thale des Arno bei Florenz, wo auf den blauen Thonen, die untergeordnete Torflager enthalten, glimmerhaltige, gelbe, bald mehr oder minder feine Sandschichten ruhen, die zuweilen eisenschüssig sind und viele Süßwassermuscheln und Knochen enthalten. Ueber diesen Sandschichten erst kommen mächtige Lager von geschichteten Geröllen, in welchen mehre Schichten von Säugethierknochen, namentlich Nashörnern, Elephanten, Flußpferden ꝛc. vorkommen, die oft vortrefflich erhalten sind und schon seit langer Zeit ausgebeutet werden. Diese Knochenlager zeigen durchaus dieselben verworrenen Schichtungsverhältnisse, wie die Gerölle, und sind offenbar in derselben Weise, wie diese, abgesetzt worden.

§. 735. Ein ungeheures Tertiärbecken ist das südamerikanische, welches das ganze Stromgebiet des Rio Plata, Rio Negro und der weiter südlich gelegenen Flüsse einnimmt, zwischen den beiden parallelen Bergketten der Cordilleren im Westen und der Brasilischen Höhenzüge im Osten von dem 17 Grade südlicher Breite bis zur Magellansstraße sich hinzieht, und den unüberseh-

Digitized by Google

baren Ebenen der Pampas als Grundlage dient. Die in diesem Becken befindlichen Niederschläge lassen sich in drei Abtheilungen bringen. Zu unterst zeigen sich meist lose Sandsteine, zuweilen Conglomerate bildend, die mit Thonen abwechseln, in welchen man bis jetzt noch keine Fossilien entdeckt hat. Man hat diesen Schichten den Namen der Guarani'schen Reihe beigelegt. Ueber ihnen liegen Kalksteine, Sand- und Thonschichten mit einer reichen, durchaus eigenthümlichen Fauna erloschener Muschelarten, welche eine Meeresbildung beurkunden, wenigen Pflanzen- und Säugethierresten, welche man die Patagoni'sche Reihe genannt hat. Als letztes Glied endlich finden sich mächtige Lager grauer und bläulicher Thone, mit untermischten Sandsteinschichten, welche der Zeit der Knochenhöhlen und Knochenbreccien angehören, und diese Pampasthone enthalten jenen ungemein großen Reichthum fossiler Säugethierknochen, aus welchem die Wissenschaft schon so manches merkwürdige Resultat gezogen hat. Dieser Pampasthon ist es, welcher die Megatherien, Glyptodonten ꝛc. geliefert hat; — jene eigenthümliche Schöpfung von riesenhaften Faulthieren, Ameisenfressern, Gürtelthieren und sonstigen Zahnlosen (Edentaten), welche etwa in demselben Verhältnisse zu der jetzigen Säugethierfauna Südamerika's stehen, wie die Mastodonten, Elephanten u. s. w. zu der jetzigen Fauna der alten Welt.

Ueber dem Pampasthone finden sich hie und da, oft bis auf 40 Stunden Entfernung von der Meeresküste, Bänke von Muscheln, deren fossile Schalen durchaus mit den noch jetzt im benachbarten Meere lebenden übereinstimmen und die beweisen, daß noch in der jetzigen Periode der südamerikanische Continent sich allmählich, wenn auch nicht überall, doch wenigstens local über die Meeresfläche emporhebt. Einige dieser Muschelbänke, in welchen die Muscheln ganz so sich finden, wie sie auf dem Grunde des Meeres lebten, sind jetzt 30 bis 60 Fuß über dem Niveau des Meeres erhaben.

Knochenhöhlen und Knochenbreccien; ältere Anschwemmungen (Diluvialperiode).

§. 736. In fast allen Ländern der Welt findet man die Spalten der Felsen, die Höhlen, welche besonders in den Kalkgebirgen als Folgen der Erhebungen und der dadurch bedingten Risse sich finden und die später durch Auswaschung erweitert wurden, zuweilen auch das flache Land streckenweise mit Schichten von röthlichem, eisenhaltigem Lehm, Sand und molassenartigen, unzusammenhängenden Sandsteinen erfüllt, innerhalb welcher sich nicht nur Gerölle verschiedener Größe, sondern auch große Mengen von Knochen finden. Die Höhlen namentlich haben von jeher die Aufmerksamkeit auf sich

Digitized by Google

gezogen, da ihre zuweilen überraschenden Formen, ihre weite Erstreckung auch den bloß Neugierigen reichlichen Stoff boten. Auf die Entstehung und Ausbildung dieser Höhlen kann erst später bei der Hebung der Gebirge selbst eingegangen werden; — hier genügt es, zu bemerken, daß die größten und schönsten derselben in Kalkgebirgen vorkommen und daß sie meist ein System mehr oder minder großer gewölbter Räume darbieten, welche durch engere, oft senkrecht abfallende Kanäle mit einander verbunden sind. Der Boden der meisten dieser Höhlen wird von Lagern des erwähnten rothen Thones, der meist mit Geröllen gemischt ist, bedeckt, und über dieser knochenführenden Thonschicht breitet sich fast immer eine mehr oder minder dicke Decke von Stalaktitenkalk aus, dessen Bildung stets in den Höhlen durch das von außen eindringende Wasser unterhalten wird, welches beim Durchsickern durch die Felsen sich mit kohlensaurem Kalke sättigt und beim Verdunsten in den Höhlen denselben wieder in Gestalt von Stalaktiten absetzt. Meist dringen diese Stalaktitenmassen in alle Risse und Zwischenräume der Lager des Knochenthones und verbinden diesen häufig zu einer harten Breccie. Jedenfalls ist es nöthig, um sich von der Anwesenheit von Knochen in einer Höhle zu überzeugen, diesen Fußboden von Stalaktiten aufzubrechen und die Knochenlager unter denselben zu suchen. Seine Anwesenheit scheint eine fast wesentliche Bedingung zur Erhaltung der fossilen Knochen zu sein, indem er sie vor dem Zutritte der Luft und vor Verwitterung schützt. In den Breccien, welche die nach oben offenen Spalten der Felsen an vielen Orten erfüllen, sonst aber dieselbe Natur mit dem Fußboden der Höhlen theilen, zeigen sich die Knochen im Allgemeinen weit weniger gut erhalten, weil es ihnen eben an der schützenden Decke fehlt.

§. 737. Es sind nur äußerst wenige Fälle bekannt, wo man in diesem Knochenlehme der Höhlen ganze Skelette gefunden hätte; fast immer liegen die Knochen in der größten Unordnung unter einander; die einzelnen Stücke, welche zu einem Skelette gehören, finden sich selten oder nie in der Nähe zusammen; Reste der verschiedensten Thiere sind mit einander gemengt. Viele Knochen, namentlich die längeren Röhrenknochen, sind zerbrochen und die frischen Bruchflächen und Splitter beweisen, daß diese Brüche erst nach dem Tode der Thiere stattgehabt haben. Andere sind abgenutzt, gerollt und dadurch zum Theil unkenntlich gemacht.

§. 738. Ueber die Art und Weise, wie diese Knochenreste in die Höhlen und Spalten der Felsen gebracht wurden, herrschen zweierlei Ansichten unter den Geologen. Die Einen schließen aus der überwiegenden Anzahl von Hyänen- oder Bärenknochen, die sich in den meisten Höhlen finden, daß diese Thiere in den Höhlen gelebt und ihre Beute hineingeschleppt hätten, welche meistens in Wiederkäuern, Nagern und Dickhäutern bestand. Diese Ansicht gewann um so mehr Beifall, als man in sehr vielen Höhlen wohl-

Digitized by Google

erhaltene Excremente, von Hyänen namentlich, antraf, deren Auswürfe ziemlich fest sind. Diese Coprolithen, deren Natur einen weiten Transport durchaus nicht zugelassen hätte, bewiesen augenscheinlich, daß die Thiere, welchen sie angehört, in den Höhlen gelebt hatten. Hierzu kam noch, daß viele von den aufgefundenen Knochen deutliche Spuren von Zahneindrücken zeigten, die, wie es schien, von dem Benagen der Knochen herrührten, und daß manche Thiere, Fleischfresser namentlich, tiefe, oft geheilte Knochenwunden zeigen, welche offenbar heftige Kämpfe unter den verschiedenen Bewohnern der Höhle beurkundeten. Es schien demnach ziemlich glaublich, daß die Hyänen und Bären, welchen die Mehrzahl der in den Höhlen gefundenen Reste angehört, daß diese Raubthiere in den Höhlen einen bequemen Zufluchtsort fanden und dort mit zugebrachten Resten von Thieren ihre Jungen nährten.

§. 739. Auf der anderen Seite bieten indessen die Höhlen im Allgemeinen eine Menge von Verhältnissen, welche durchaus gegen ein solches Zusammenschleppen der Knochen durch die Bewohner der Höhlen sprechen. Von allen Fleischfressern, die darin vorkommen, sind es hauptsächlich nur Hyänen und Bären, welche noch jetzt theilweise in Höhlen leben; sie sind freilich auch in größter Anzahl vorhanden. Die Katzenarten, welche man findet, bewohnten gewiß ebenso wenig Höhlen, als die heut lebenden Tiger und Löwen.

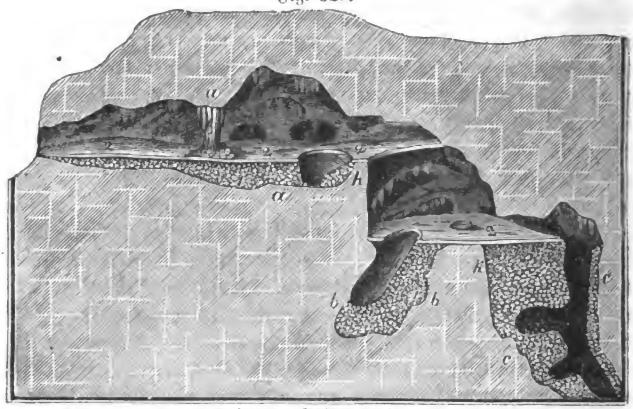
Aber auch die Höhlenbewohner, Hyänen, Bären, Füchse ꝛc., sind weit davon entfernt, ihre Beute in ihre Zufluchtsstätten zu schleppen, und dort sich oder ihre Jungen damit zu ernähren. Sie verzehren ihre Beute auf dem Platze oder in einiger Entfernung von dem Orte des Raubes; — haben sie Junge, so schleppen sie die getödteten Thiere oder Stücke derselben bis vor die Höhlen und die Jungen kommen dann heraus, um außen ihren Schmaus zu halten. In den Zufluchtsstätten der Bären, in den Höhlen der Hyänen in Afrika, wie in denjenigen unserer Füchse findet man keine Knochenanhäufungen, sondern ein Bett von Blättern, Moos und anderem weichen Material; die Knochen sind im Umkreise der Höhle zerstreut.

Ferner leben diese Fleischfresser stets nur einzeln oder in Familien zusammen, wie die Hyänen; daß verschiedene Arten zusammenleben könnten, ist durchaus unstatthaft. Es giebt nur einige wenige Höhlen, in welchen Hyänenknochen vorwiegen, und von diesen könnte man allenfalls annehmen, daß sie die Cadaver von anderen Fleischfressern ebenfalls in die Höhle geschleppt hätten; — in den meisten anderen Höhlen aber wiegen die Bären vor, und dort ist eine solche Annahme durchaus unthunlich, da Bären keine Leichen angreifen. Es müßten also die in solchen Höhlen gefundenen Hyänen und Löwen mit den Bären zusammengewohnt haben — eine Annahme, die geradezu absurd ist.

Digitized by Google

§. 740. Die physische Conformation vieler Höhlen spricht ebenfalls durchaus gegen die Annahme einer Einschleppung der Knochen durch Höhlenbewohner. In dem hier folgenden senkrechten Durchschnitte der Gailenreuther Höhle in Franken (Fig. 320) zeigen sich mehre auf einander folgende Kammern,

Fig. 320.



Senkrechter Durchschnitt der Gailenreuther Höhle in Franken.
1. Knochen und Lehm. 2. Stalagmitische Decke des Knochenlagers.

die mit einander in Verbindung stehen. Die in der ersten Kammer befindlichen Thiere konnten die Oeffnung der Höhle zum Ausgange benutzen — allein wie sollten die Bären, deren Reste die Knochenhaufen bei *b* und *c* bilden, die senkrechten Wände *h* und *k* hinaufklettern, zu deren Ersteigung man jetzt lange Leitern braucht? Viele andere Höhlen zeigen ganz ähnliche Verhältnisse, viele sogar beginnen mit einem senkrechten Schachte und zeigen keinen anderen Zugang.

§. 741. Endlich zeigen offenbar die Gerölle, welche man mit den Knochen gemischt findet, die Lehmablagerungen, in welchen sich die Knochen finden, daß diese fossilen Reste hier durch Wasserströme eingeführt und abgesetzt wurden. Dafür spricht ferner die Abnutzung und Rollung vieler Knochen, ihre Zerbrechung, die gerade die langen und starken Röhrenknochen meist betrifft. Daß unter diesen Knochen, die in die Höhlen geschwemmt wurden, auch solche waren, welche schon von reißenden Thieren angenagt waren, ist nicht zu verwundern, und daß die Höhlen selbst von vielen dieser Raubthiere bewohnt waren, deren Excremente sich mit den eingeführten Knochen mischten, hat ebenfalls nichts Auffallendes. Es ist nur die Einschleppung der Knochen und ihre Anhäufung durch die Raubthiere an den Orten, wo sie jetzt gefunden werden, welche nicht angenommen werden kann.

Digitized by Google

Die Kalkgebirge namentlich ſind an Höhlen ſehr reich und haben bis §. 742
jetzt die größte Ausbeute geliefert. In Deutſchland iſt es beſonders der fränkiſche Jura mit ſeinen mannichfach zerklüfteten Dolomiten, in welchem die berühmten Knochenhöhlen von Muggendorf, Gailenreuth u. a. in dem Thale der Wieſent vorkommen. Die Bärenknochen ſind hier, wie in den Höhlen des Harzes (Baumannshöhle, Bielshöhle ꝛc.) in großer Mehrzahl, und man berechnet die Anzahl der Individuen, deren Reſte man ſchon zu Tage gefördert hat, auf viele Hunderte. In Weſtphalen, dem ſchwäbiſchen Jura, in Böhmen und Kärnthen finden ſich Höhlen von geringerer Bedeutung.

In Belgien iſt namentlich die Provinz Lüttich reich mit Höhlen bedacht, in welchen ebenfalls die Bärenknochen die große Mehrzahl bilden.

In Frankreich findet ſich beſonders in dem ganzen Zuge des Jura längs der öſtlichen Grenze bei Beſançon eine große Menge von Höhlen, in welchen die Bären vorwiegen, während im Süden in den juraſſiſchen und tertiären Kalken der Umgegend von Montpellier die Bären zwar auch noch das Uebergewicht behalten, aber doch mehr mit Nagern, Wiederkäuern und Dickhäutern gemiſcht erſcheinen.

In England bildet die Höhle von Kirkdale in Yorkſhire inſofern eine merkwürdige Ausnahme, als darin die Hyänen weit über alle anderen Reſte vorwiegen. Außer dieſer genannten kommen noch in vielen juraſſiſchen und Kohlenkalken Englands Höhlen vor.

In den Umgebungen der Alpen, ſowie in den nordiſchen Ländern findet §. 743.
ſich ein eigenthümliches Gebilde von Geſchiebeſchichten, aus Geröllen von der Größe einer Fauſt gebildet, die ſelten die Größe eines Kopfes erreichen und ſtets abgerundet ſind. Gries und Sand von ſehr verſchiedener Dünne bilden mit dieſen Geröllen horizontale Lager, die oft eine ſehr bedeutende Mächtigkeit erhalten und im Allgemeinen ganz den Ablagerungen ähnlich ſehen, welche wir noch heute in der Nähe und durch die Einwirkung unſerer Flüſſe entſtehen ſehen. Dieſe älteren Alluvionen (Alluvions anciennes) bedecken mit Unterbrechungen faſt die ganze obere Schweiz, das weſtliche Frankreich, das nördliche Italien, die ſüdlichen Hochebenen von Oeſtreich und Baiern im Norden der Alpen und die großen norddeutſchen, ruſſiſchen, aſiatiſchen und amerikaniſchen Niederungen. Ihre Schichtung iſt ſtets mehr oder minder deutlich, und unter allen Verhältniſſen finden ſie ſich unmittelbar unter den erratiſchen Blöcken und den von den Findlingsgeſteinen abhängigen Erſcheinungen. Die Ueberlagerung der Findlinge über dieſen älteren Alluvionen iſt beſonders in der Schweiz auf das Genaueſte conſtatirt. Im Norden Deutſchlands ruhen die Blöcke auf mächtigen geſchichteten Ablagerungen, welche aus Sand, foſſilen Infuſorien, Braunkohlen beſtehen und ganz derſelben Periode der alten Anſchwemmungen anzugehören ſcheinen. Dieſe älteren Anſchwemmungen enthalten dieſelben foſſilen Säu-

Digitized by Google

gethiere, wie die Knochenhöhlen und Breccien, und gehören offenbar derſelben Bildungsperiode an.

§. 744. Am Fuße des Himalaya finden ſich ähnliche alte Anſchwemmungen in Form von Thon-, Sand- und Kalkſchichten, die als Fundort äußerſt merkwürdiger Foſſilien bekannt geworden ſind Hierher gehören namentlich die Sivalikhügel mit ihren eigenthümlichen Affen, Elephanten, Fleiſchfreſſern und dem höchſt auffallend gebauten Wiederkäuer, Sivatherium, das mit der Größe eines Elephanten die plumpen Formen des Gnu und die oſteologiſchen Charaktere eines zwiſchen Antilopen und Giraffen ſtehenden Thieres verbindet.

§. 745. In den älteren Anſchwemmungen, den Knochenbreccien und den Höhlen Europa's hat man beſonders folgende Säugethiere gefunden:

Ursus spelaeus. Fig. 347 u. 348.,	Camelopardalis Biturigum.
arctoideus, Pitorrii.	Cervus euryceros Cuvierii.
Mustela.	Antilope.
Felis spelaea, antiqua.	Bos priscus, primigenius.
Canis spelaeus.	Vespertilio.
Hyaena spelaea. Fig. 345 u. 346.,	Talpa.
intermedia.	Castor.
Elephas primigenius. Fig. 338.,	Arvicola.
meridionalis.	Lagomys.
Rhinoceros tichorhinus. Fig. 337.	Balaena Lamanoni.
Hippopotamus major.	Zyphius longirostris.
Equus primigenius.	

§. 746. An vielen Orten Braſiliens findet man eine Schicht rothen Thones mit Sand- und Geröllbänken untermengt, die 10 bis 50 Fuß mächtig den Boden bedeckt und überall in die vielen Höhlen eindringt, welche die kalkige Küſtenkette Braſiliens zeigt. In dieſer Schicht liegen bunt durch einander die Reſte einer äußerſt merkwürdigen Schöpfung, deren große Bedeutung für die Zoologie namentlich man erſt in den neueren Zeiten recht kennen gelernt hat. Man hat bis jetzt mehr als hundert Arten foſſiler Säugethiere aus dieſer rothen Thonſchicht der Höhlen Braſiliens beſtimmt, worunter eine große Anzahl Affen, Raubthiere (beſonders Katzen und hundeartige Thiere), eine große Anzahl von Nagern, Beutelratzen (Didelphys) und namentlich eine große Menge zahnloſer Säugethiere (Edentaten), während die Dickhäuter verhältnißmäßig gegen die foſſilen Faulthiere, Megatheriden und Gürtelthiere ſelten ſind, und auch, Maſtodonten und Pferd ausgenommen, nur aus Geſchlechtern beſtehen, die noch heute in Südamerika leben, nämlich aus Tapirs und Pecari's. Außer dieſen Säugethieren finden ſich mehre Arten von Straußen und anderen Vögeln, Schlangen, Eidechſen, Crocodilen und Batrachier in großen Mengen. Es ſchließen ſich dieſe Knochen-

Digitized by Google

thone Braſiliens nahe an die Pampasthone des Rio de la Plata an; nur mit dem Unterſchiede, daß hier wie in den europäiſchen Höhlen und Knochenbreccien alle Knochen unter einander liegen, oft zerbrochen ſind oder deutliche Spuren von Rollung zeigen, während man in den Pampas meiſt ganze Thiere zuſammenfindet, wie die vielfachen Skelette beweiſen, die man ſchon von dorther erhalten hat.

§. 747. Auf mehren Punkten von Neuholland hat man ähnliche Knochenbreccien und Knochenhöhlen gefunden, wie in Europa, deren geognoſtiſche Verhältniſſe durchaus mit den aus unſerem Welttheile geſchilderten übereinſtimmen. In dem Wellington-Thale, ferner in Südauſtralien, bei Melbourne und auch an mehren anderen Orten wurden ſolche foſſile Reſte gefunden, die auf höchſt eigenthümliche Weiſe von den gleichzeitig in Amerika und Europa begrabenen Faunen abweichen, und zwar ganz in ähnlicher Weiſe, wie die jetztlebende Thierſchöpfung Neuhollands von derjenigen der übrigen Continente ſich auszeichnet. Alle bis jetzt einheimiſch in Neuholland gefundenen Thiere gehören, mit Ausnahme der noch tiefer ſtehenden Monotremen (Schnabelthiere), der Klaſſe der Beutelthiere oder Didelphen an, bei welchen das Junge in höchſt unvollkommenem Zuſtande geboren wird und erſt an der Zitze hängend ſich ausbildet. Die jetztlebenden Beutelthiere bilden eine den übrigen Säugethieren analoge Reihe; — man findet Fleiſchfreſſer, Inſectenfreſſer, Vierhänder, Nager und Wiederkäuer unter ihnen, ſo daß man faſt allen Gruppen der monodelphen Säugethiere eine analoge Gruppe von Beutelthieren zur Seite ſtellen kann. Die paläontologiſchen Forſchungen haben nun erwieſen, daß auch in den Knochenbreccien Auſtraliens derſelbe Charakter vorwiegend iſt, indem man foſſile Känguruhs, theilweiſe von koloſſaler Größe, Beutelwölfe, Wombats, Inſectenfreſſer und Vierhänder gefunden hat, die ſämmtlich zu den Beutelthieren, und zwar meiſt zu noch lebenden Geſchlechtern gehören, aber beſtimmt verſchiedene Arten bilden. In neueren Zeiten hat man auch nachgewieſen, daß verſchiedene Arten von Dickhäutern dort zur Diluvialzeit gelebt haben, deren eigenthümliche Charaktere ebenfalls darauf hinzuweiſen ſcheinen, daß ſie Beutelthiere waren. Alle bis jetzt gefundenen foſſilen Reſte Neuhollands gehören demnach Beutelthieren an, mit einziger Ausnahme vielleicht des Maſtodon, von welchem man einen ſehr wohlerhaltenen Zahn gefunden hat, der einer eigenthümlichen Species angehörte. Vielleicht daß es auch beuteltragende Maſtodonten gab; der bis jetzt bekannte Zahn berechtigt indeß nicht zu dieſer Annahme. Abſtrahirt man von dieſer Ausnahme, und betrachtet man die Vertheilung der Säugethiere während der Diluvialzeit im Großen, ſo ſtellt ſich das Geſetz heraus, daß dieſelben Formen, welche wir jetzt auf gewiſſen Continenten treffen, auch ſchon zur Diluvialzeit auf dieſelben beſchränkt, aber durch andere Arten repräſentirt waren.

Digitized by Google

§. 748. Unter den foſſilen Säugethieren Auſtraliens verdienen beſonders aufgeführt zu werden:

Phalangista.	Phascolomys.
Dasyurus laniarius.	Diprotodon australis.
Hypsiprymnus.	Nototherium inerme, Mitchellii.
Macropus Titan, Atlas.	Mastodon australis. Fig. 339 u. 340.

§. 749. In Neuſeeland haben ſich ähnliche Knochenbreccien gefunden, wie in Neuholland, und auch hier beſtätigt ſich das Geſetz der Beſchränkung derſelben analogen Formen auf denſelben Landſtrich während unſerer und der Diluvialzeit. Das einzige auf Neuſeeland einheimiſch gefundene Säugethier war eine kleine Ratte; dagegen findet man dort einen höchſt eigenthümlichen Vogel ohne Flügel, der in einiger Beziehung den Straußen ſich nähert und Apteryx genannt wird. Die Knochenbreccien Neuſeelands enthalten eine große Menge von gigantiſchen Vogelknochen, welche einem Geſchlechte angehören, das viele Beziehung zum Apteryx hat und Dinornis genannt wurde. Man hat ſchon ſechs verſchiedene Species dieſer Vögel gefunden, die ſich durch eine außerordentliche Entwickelung der Knochen der Beine auszeichnen und mit Mark gefüllte Knochen hatten, während die jetztlebenden Vögel hohle, mit Luft gefüllte Knochen beſitzen. Die Dinornis-Arten, deren einige mehr als doppelt ſo groß als der Strauß geweſen zu ſein ſcheinen, konnten demnach nur laufen, nicht fliegen. Säugethierknochen ſind in Neuſeeland noch nicht entdeckt worden.

§. 750. Die Fauna und Flora der Tertiärgebilde bieten eine ungeheure Menge von Formen dar, die ſich, beſonders bei den Pflanzen und den niederen Thieren, ſehr nahe an die jetztlebenden anſchließen, während die höheren Thiere eine Stufenleiter allmählicher Entwickelung in den Säugethieren darbieten und in den älteſten Tertiärgebilden Typen zeigen, welche etwa den Typen der niederen Thierklaſſen, die ſich in den älteren ſiluriſchen und devoniſchen Schichten finden, vergleichen laſſen.

Die Gewächſe, welche ſchon in der Kreideperiode wahre dikotyledoniſche Bäume mit netzförmigen Blattrippen zeigten, ſind jetzt in der Mehrzahl aus Tannen, Fichten, Ahornen, Ulmen u. ſ. w. zuſammengeſetzt, worunter ſich auch, namentlich in den ſüdlicheren Gegenden, wie in der Schweiz, Mittelfrankreich ꝛc., Palmen geſellen, und es zeigt dies Vorkommen von Palmen in nördlicheren Breiten, als dies jetzt der Fall iſt, daß zur Tertiärzeit eine höhere Temperatur herrſchte. Bei der Unmöglichkeit, die einzelnen Formen hier durchzugehen, müſſen wir uns bei den Pflanzen und den niederen Thieren namentlich auf einige beſonders auffallende Producte beſchränken.

Hierher gehört vor allen der Bernſtein, ein ſchönes, gelbes, durchſcheinendes Mineral, das offenbar ein umgewandeltes Harz verſchiedener

Digitized by Google

theils Nadel-, theils Laubholzbäume ist, wie sein Vorkommen mit Baumresten und Tannzapfen, die zahlreichen Einschlüsse von Insecten und seine chemische Zusammensetzung erweisen. Er findet sich theils in der Braunkohle, theils entfernt von ihr als ausgeschwemmtes Mineral, und wird an den Ostseeküsten namentlich aus den wahrscheinlich auf dem Grunde des Meeres befindlichen Braunkohlenlagern ausgewaschen und durch die Wellen an das Ufer geführt. Sein Vorkommen in Braunkohlen, welche älteren Formationen, wie der Kreide, angehören, beweist, daß seine Bildung nicht von geologischen, sondern von rein organischen Einflüssen abhing.

Unter den thierischen Resten erwähnen wir besonders der Infusorien, §. 751.
welche als felsenbildende Massen in der Tertiärzeit eine noch größere Bedeutung erhalten, als in der Kreide und den älteren Gebilden. Ganze mächtige Schichten weißen Kieselsandes sind von ihnen allein gebildet und in den meisten erdigen und sandigen Schichten der Tertiärzeit machen sie einen großen Theil der Masse aus. Ihre wissenschaftliche Bestimmung ist noch nicht so weit vorgeschritten, daß aus ihrer Verbreitung Schlüsse gezogen werden könnten.

Ganze Schichten des Pariser Grobkalkes sind aus einer Anzahl klei- §. 752.
ner, hirsekornförmiger Schalen zusammengesetzt, die man früher Milioliten nannte, jetzt aber in mehre Geschlechter zerspalten hat. In allen diesen fast mikroskopischen Schalen, die zu den Foraminiferen oder Rhizopoden zu gehören scheinen, lagern sich die Umgänge schalenförmig um eine Längsaxe. Jeder neuere Umgang, der größer als der ältere ist, verdeckt diesen ganz oder zum Theil, und je nachdem nur zwei oder mehre Umgänge um die Axe gereiht oder sichtbar sind, hat man unter diesen Milioliten mehre Geschlechter unterschieden.

Bei den Biloculinen (Fig. 321) liegen die Umgänge einander gegenüber und umfassen einander so, daß man stets nur zwei Umgänge sieht. Die Oeffnung ist rund mit gabelförmigem Zahne darin.

Fig. 321.

a *b* *c*

Biloculina oppositа. Aus dem Grobkalke.

a. Von vorne. *b*. Von der Seite. *c*. Von oben, um die Mündung zu zeigen.

Digitized by Google

§. 753. Die Triloculinen (Fig. 322) zeigen stets drei Umgänge, indem diese nicht einander gegenüber, sondern im Dreiecke stehen, so daß erst der vierte Umgang über dem ersten liegt, der fünfte über dem zweiten, der sechste über dem dritten, während bei den Biloculinen der dritte Umgang den ersten deckt.

Fig 322.

a b c

Triloculina communis. Aus dem Grobkalke.

a. Von vorne. b. Von der Seite. c. Von oben, um die Mündung zu zeigen.

§. 754. Unter den tertiären Echinodermen, deren Zahl sehr groß ist, zeichnet sich die Familie der Scutellen schon um deswillen aus, weil nur eine einzige Art unter mehr als dreißig fossilen in der Kreide von New-Jersey angetroffen wird, während alle in Europa gefundenen Scutellen den Tertiärgebilden angehören und somit ihre Schalen vortreffliche Leitmuscheln abgeben. Diese Thiere haben eine scheibenförmige, sehr platte Gestalt, etwas abgerundete Form, Mund und After auf der Unterseite und einen fünfeckigen Stern von Oeffnungen auf dem Rücken, die für den Durchgang der sogenannten Fühler (Ambulacren) dienten. Die Einen haben Einschnitte am Rande; zu den Ganzrandigen gehören die Laganen (Fig. 323), welche rundlich oder eiförmig, hinten abgestutzt sind, einen aufgeschwollenen Rand, eine große Ambulacralrosette und einen centralen Mund haben, während der After nahe am Rande sich findet. Die ganze Oberfläche der Schale ist von einer feinen Granulation überstäet.

Fig. 323.

a b c

Laganum tenuissimum. Aus dem Grobkalke von Blaye.

a Von oben. b. Von der Seite. c. Von unten.

Digitized by Google

Unter den Gasteropoden der Tertiärperiode zeichnen wir hier hauptsächlich das Geschlecht der Cerithien (Fig. 324) aus, da diese Schnecken mit ihren vielen Arten einen der charakteristischen Typen unter den Grobkalkversteinerungen bilden. Mit den lebenden zählt dies Geschlecht mehr als dreihundert Arten, die von der Kreide an gelebt haben, und in so zahlreicher Menge, daß viele für Bausteine ausgebeutete Schichten des Grobkalkes fast nur aus Cerithien zu bestehen scheinen. Sie haben lange, thurmförmige, sehr allmählich sich zuspitzende, gewundene Gehäuse mit schiefer, eiförmiger Oeffnung, die sich unter der Spindel in einen kurzen, abgestutzten, zuweilen gebogenen Kanal ohne Ausschnitt verlängert; die äußere Lippe bildet am oberen Ende des rechten Randes oft eine enge, kurze Rinne. §. 755.

Fig. 324.

Cerithium gigan teum.
Aus dem Grobkalke von Paris.

Auf die übrigen Mollusken hier einzugehen, würde zu weit führen, um so mehr, als die Typen der Tertiärzeit sich so durchaus an die lebenden anschließen, daß man die Identität vieler derselben behauptet. Der ausgestorbenen, nur auf die Tertiärzeit beschränkten Geschlechter finden sich nur äußerst wenige; ebenso wenige schon in älteren Schichten vorkommende Geschlechter, welche in den Tertiärperioden enden, und es können demnach die Unterschiede nur auf den einzelnen Arten beruhen, auf welche einzugehen unser Plan nicht gestattet. Im Allgemeinen genügt es, hier zu bemerken, daß die Faunen der einzelnen Becken mit südlicheren Typen größere Aehnlichkeiten darbieten, so daß z. B. die Grobkalkbewohner von Paris mehr Analogie mit den Mollusken der Tropen, die der Faluns mit den Antillen ꝛc. haben. §. 756.

In dem kleinen Tertiärbecken von Aix, sowie in den Braunkohlenlagern Deutschlands und in dem Bernsteine hat man eine große Menge fossiler Insecten §. 757.

Digitized by Google

gefunden, deren generische Bestimmung indeß meist mangelhaft bleibt, da sehr oft die Freßwerkzeuge und Beine fehlen. Man hat bis jetzt meist nur solche Formen gefunden, welche sich an diejenigen anschließen, die jetzt noch lebend in unseren Gegenden vorkommen, und obgleich viele Arten verschieden scheinen, so hat man noch kein Geschlecht entdeckt, das nicht auch in der Jetztwelt seine Repräsentanten hätte.

§. 760. Zu den charakteristischsten Versteinerungen der meerischen Tertiärgebilde gehören die verschiedenen Haifisch- und Rochenzähne, die man überall in großer Anzahl findet und deren Arten oft ziemlich leicht zu unterscheiden sind.

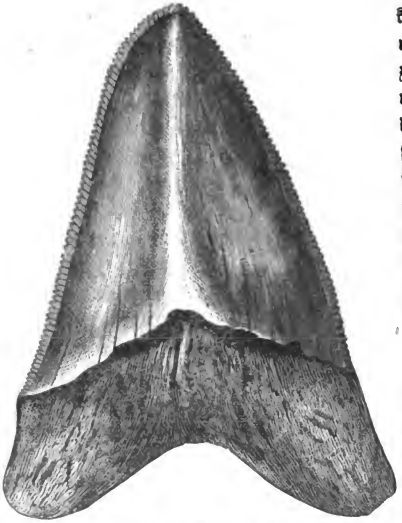
Die Notidanen (Fig. 325) haben breite Zähne mit vielen Spitzen, die auf einer einzigen Wurzel stehen und unter welchen meist die vordere Spitze die größere ist, während die hinteren allmählich abnehmen. Die lebenden Notidanen lassen sich leicht an der größeren Zahl ihrer Kiemenspalten (6 bis 7), sowie an ihrer einfachen Rückenflosse erkennen; die fossilen dagegen sind zuweilen ziemlich schwer zu unterscheiden, obgleich die hier abgebildete Form äußerst charakteristisch ist.

Fig. 325.

Notidanus primigenius. Aus der Molasse.

§. 761. Die Zähne der Carcharodonten (Fig. 326) sind dreieckig, platt, scharf an beiden Rändern und gekerbt wie der abgenutzte Zahnrand einer Säge; ihre Wurzel ist schwammig, meist hoch und platt, unten ausgeschweift; der Zahn ist innen massiv, mit schwammigem Zahngewebe erfüllt. Die Zähne einiger Arten dieses Geschlechtes sind von ungemeiner Größe und lassen auf räuberische Haifische von 30 und mehr Fußen Länge schließen.

Fig. 326.



Carcharodon megalodon. Aus der Molasse.

§. 762. Die Lamna-Arten haben lange, schmale, meist etwas gebogene Zähne, die man früher als versteinerte Vogel- oder Schlangenzungen deutete; eine zweischenkelige, lange, stark ausgeschweifte Wurzel, platte,

Digitized by Google

schneidende Ränder und feine Nebenzacken an der Wurzel. Die Zähne sind massiv, mit schwammigem Zahngewebe erfüllt (Fig. 327).

Fig. 327.

a *b*

Lamna Hopei.
Aus dem Londonthone.
a. Von vorne. *b*. Von der Seite.

Fig. 328.

Myliobates punctatus.
Aus dem Londonthone.

§. 763. Unter den Rochen zeichnen sich die Myliobaten (Fig. 328) durch ihre breiten Zahnladen aus, die aus einzelnen Querbändern zusammengesetzt sind, welche zur Seite kleinere, vier- oder sechseckige, wie Pflasterstücke eingesetzte Nebenkronen haben. Das Ganze bildet eine breite, etwas gewölbte Kauplatte auf jedem Kiefer. Sie kommen nur in tertiären Gebilden vor, nicht in älteren Formationen.

§. 764. Die Fische von Monte Bolca bei Verona, welche bis jetzt bekannt sind, begreifen nahe zu an zweihundert Arten aus den verschiedensten Geschlechtern. Sämmtliche Arten ohne Ausnahme sind ausgestorben; von den Geschlechtern haben die meisten noch lebende Repräsentanten. Alle gefundenen Reste gehören Seefischen an; man hat noch keinen einzigen Süßwasserfisch in diesen Schiefern entdeckt. Am reichlichsten sind folgende Familien bedacht: die Percoiden oder barschartigen Fische mit starken Stacheln in der Rückenflosse, gezähneltem Vorkiemendeckel und gezähnelten Schuppen; die Schuppenflosser oder Bürstenzähnler (Chätodonten), deren analoge Gattungen sich jetzt nur noch in tropischen Meeren finden; die Familie der Thunfische oder Makrelen (Scomberoiden), welche sich meist durch die zahlreichen, einzelstehenden Flossen auf dem Rücken und starke, kegelförmige Zähne unterscheiden; die heringsartigen Fische mit großen, platten Schuppen und eigenthümlich gebautem Maule (Clupeiden), und endlich die Sparoiden mit rundlichen, niedrigen Mahlzähnen im hinteren Theile des Maules, welche zum Kauen von Schalthieren und Crustaceen bestimmt sind. Ziemlich häufig sind auch die sogenannten Flötenmäuler oder Tabakspfeifen (Aulostomen) (Fig. 329), deren Maul in einen eigenthümlichen, langen Schnabel ausgezogen ist, an dessen Ende die kleine, klappenartig sich schließende Mundöffnung angebracht ist. Im Allgemeinen trägt die Fauna des Monte Bolca einen durchaus südlichen Charakter, etwa demjenigen der Südsee oder des chinesischen Meeres ähnlich; und es scheint dort eine ruhige Bucht bestanden zu haben,

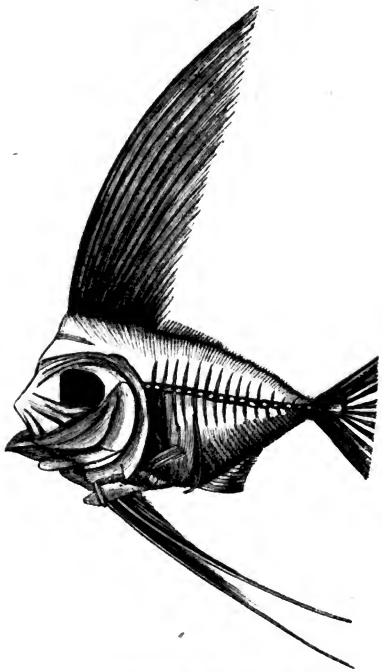
Digitized by Google

in welcher vielleicht durch Ausströmung oder sonstige Bildung vergiftender Gase, wie namentlich von Schwefelwasserstoff, eine Menge Fische ihren Tod fanden, die nachher in dem feinen Niederschlage eingebettet und wunderbar schön erhalten wurden. Die Fische des Monte Bolca stehen bis jetzt einzig da; noch keine einzige der dort aufgefundenen Species ist anderswo entdeckt worden; der Charakter des Ganzen läßt indeß die dortigen Schiefer in Parallele mit dem Grobkalke und dem Londonthone bringen. Die zwei hier abgebildeten Species (Fig. 329 u. 330) sollen besonders dazu dienen, die südliche Form der Fische dieser Localität zu veranschaulichen; die

Fig. 329.

Aulostoma bolcense.

Fig. 330.



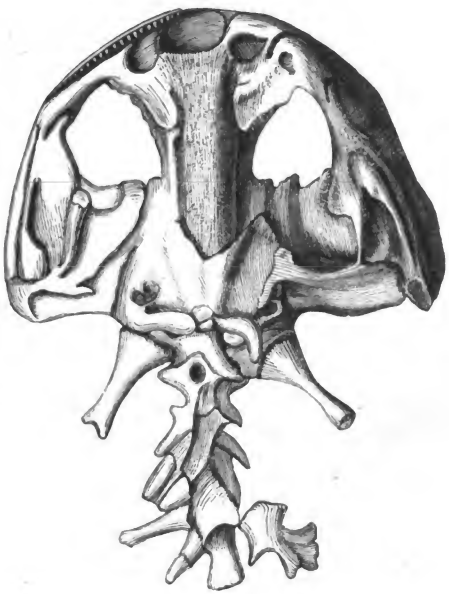
Semiophorus velicans.

Digitized by Google

analogen Arten beider leben in den tropiſchen Meeren; einzelne Arten beſonders hervorzuheben, erſcheint bei der Beſchränkung des Fundortes unnöthig.

Die Reptilien der tertiären Periode ſtehen denjenigen der heutigen Welt ungemein nahe. Man findet Crocodile, Eidechſen, Schlangen, Schildkröten, froſchartige Thiere, die alle mehr oder minder den bekannten Typen ſich anſchließen. Unter den froſchartigen Thieren verdient beſonders der von Scheuchzer als verſteinerter Menſch bezeichnete Rieſenſalamander von Oeningen (Fig. 331) beſondere Auszeichnung; — ein mehr als 3 Fuß langes Thier, was den ſalamanderartigen Thieren mit bleibenden Kiemen in ſeiner Knochenſtructur ſich nähert. Die großen Augenhöhlen, das weite, im Bogen den ganzen Kopf umfaſſende, mit vielen kleinen, ſpitzen Zähnen beſetzte Maul laſſen ſogleich den Salamander in ihm erkennen. Die Füße dieſer Thiere waren ſehr klein, der Schwanz breit zu einer Ruderfloſſe zuſammengedrückt; die Rippen ſehr unbedeutend. §. 765.

Fig. 331.

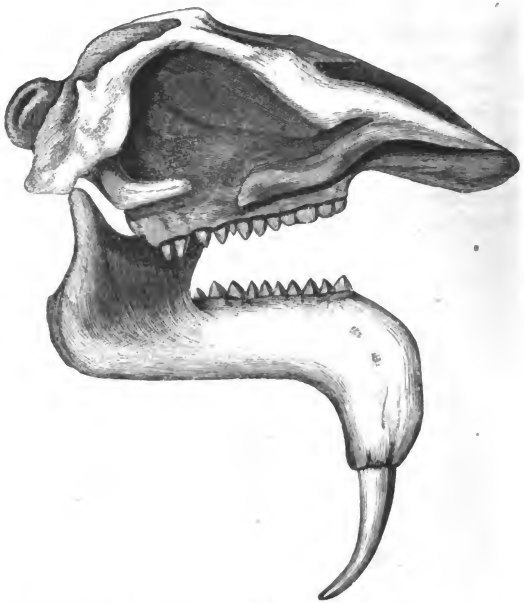


Kopf und vorderer Theil der Halswirbelſäule vom Oeninger Rieſenſalamander (Andrias Scheuchzeri).

Digitized by Google

§. 766. Die Dinotherien (Fig. 332 u. 333) bilden ein eigenthümliches Geschlecht fossiler Säugethiere von monströser Größe, über deren eigentliche Stellung man noch nicht einig ist, indem die Einen sie den grasfressenden Cetaceen, dem Dugong und den Seekühen, die Anderen den dickhäutigen Säugethieren und namentlich den Mastodonten nähern. Mit Gewißheit

Fig. 332.



Kopf des Dinotherium giganteum. Aus dem Knochensande von Eppelsheim.

Fig. 333.

Sehr verkleinerter Backenzahn desselben Thieres von der Krone aus gesehen.

kennt man von diesem Thiere bis jetzt nur den ganzen Kopf, von welchem ein fast vollständiges Exemplar in dem Rheinsande bei Eppelsheim gefunden wurde. Das Hinterhaupt ist abgeplattet, die Nasenhöhlen in eine gewaltig große, auf der oberen Fläche befindliche Oeffnung zusammengeschmolzen; die Unteraugenhöhlenlöcher von verhältnißmäßig sehr bedeutender Größe, so daß man mit ziemlicher Sicherheit auf die Existenz eines Rüssels schließen kann. Die Schläfengruben, in welchen die Kaumuskeln

Digitized by Google

liegen, sind sehr tief, die Jochbeine schwach, die Augenhöhlen breit nach hinten geöffnet; die Gelenkköpfe für den ersten Nackenwirbel stehen horizontal nach hinten hinaus. Im Oberkiefer sowohl als im Unterkiefer finden sich jederseits fünf Backenzähne, so daß demnach das Thier zwanzig Backenzähne besaß, die dadurch ausgezeichnet sind, daß ihre Kronen zwei (nur der mittlere Backenzahn drei) schneidende Querrücken besitzen, deren Schneiden gekerbt sind und die beim Schließen des Mundes in einander greifen. Am merkwürdigsten verhält sich der Unterkiefer. Dieser ist nämlich nach unten gekrümmt, und enthält in seinem vorderen Ende zwei gewaltige, säbelförmig nach unten gebogene Stoßzähne. Die Backenzähne des Dinotheriums gleichen am meisten denen des Tapirs, und Cuvier, der anfangs nur diese Zähne kannte, schrieb sie ohne Bedenken einem riesigen Tapir zu; indessen haben sie auch Aehnlichkeit mit denen des Lamantins. Der horizontale Gelenkkopf des Hinterhauptes scheint für ein Wasserthier zu sprechen, während andererseits die Aehnlichkeit der Zähne mit denen des Tapirs, sowie das Verhalten der Stoßzähne beim Mastodon, die ebenfalls im Unterkiefer sitzen und gerade nach vorn gerichtet sind, das Dinotherium in die Nähe dieser Pachydermen zu stellen scheint.

§. 767. Das Sivatherium (Fig. 334) war zur Tertiärzeit ein Bewohner der Vorgebirge des Himalaya. Es war offenbar ein wiederkäuendes Thier.

Fig. 334.

Kopf des Sivatherium giganteum. Aus den Sivalikbergen am Himalaya.

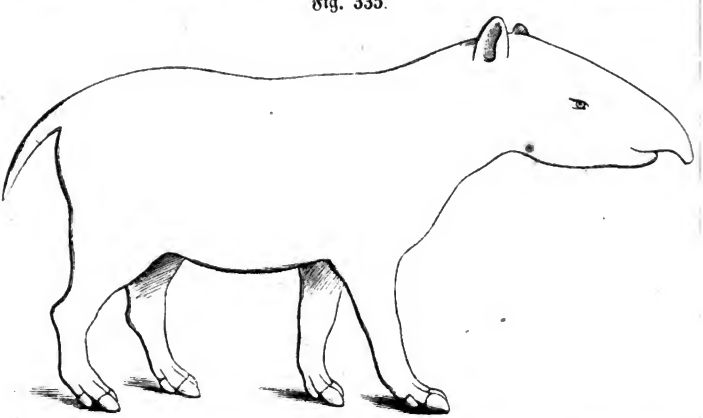
Digitized by Google

Der Kopf, den man bis jetzt einzig kennt, hat die Größe eines Elephantenkopfes, und wie bei diesem ist das Knochengewebe der Stirn und des Hinterkopfes zellig aufgetrieben. Das Gesicht fällt steil ab; die Nasenknochen erheben sich bedeutend, wölben sich über der Nasenhöhle und bilden eine Spitze über derselben; — eine Structur, aus welcher man auf das Vorhandensein eines Rüssels schließen darf. Auf dem hinteren Theile der Stirn stehen zwei dicke, kurze, massive Hörner; auf der Augenbraungegend, zwischen den Augenhöhlen, zwei andere weit größere, seitlich von einander weichende Hörner, was dem Kopfe ein höchst eigenthümliches Ansehen giebt. Die Augenhöhlen sind klein, schief und sehr tief liegend; das Hinterhaupt seitlich flügelförmig ausgebreitet. Es finden sich sechs Backenzähne, die durchaus denjenigen der Wiederkäuer gleichen.

Das Thier, dem dieser seltsame vierhörnige Kopf angehörte, hatte offenbar wenigstens die Größe des Elephanten und massive, schwerfällige Formen.

§. 768. Die Paläotherien (Fig. 335) bilden ein in dem Grobkalke sehr häufig vorkommendes Geschlecht, von dem man schon mit Bestimmtheit mehre Arten unterschieden hat. Diese Thiere scheinen eine Art Mittelglied zwischen Nashorn und Tapir zu bilden. Mit den letzteren kommen sie durch ihre erhabenen, abstehenden Nasenbeine überein, welche auf die Existenz eines kurzen, beweglichen Rüssels schließen lassen, sowie durch ihre Schneide- und Eckzähne und ihre gesammte Körperform, während die Backenzähne mehr dem Typus des Nashorns sich nähern. Sie hatten vierundvierzig Zähne im Ganzen; nämlich in jeder Kieferhälfte, oben wie unten, drei Schneide-

Fig. 335.



Umriß des Palaeotherium magnum. Aus den Gypsbrüchen von Montmartre, nach der Restauration von Cuvier.

Digitized by Google

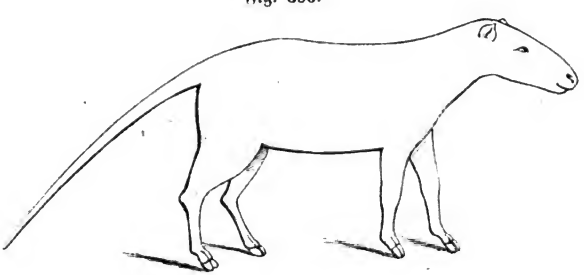
zähne, einen Eckzahn und sieben Backenzähne. Die Schneidezähne sind meist abgenutzt, keilförmig, oben platt; die Eckzähne lang, zugespitzt, gebogen; die oberen Backenzähne sind viereckig, die unteren schmal, aus zwei halbmondförmigen Prismen zusammengesetzt. Vorder- und Hinterfüße hatten drei, fast gleichlange Zehen, der Schwanz war kurz; die Augenhöhlen klein, kaum von der Schläfengrube geschieden; das Hinterhaupt stark nach hinten vorstehend.

Je nach der verschiedenen Größe der Reste hat man mehre Arten unterschieden. Das größte Paläotherium war etwa so hoch, wie ein starkes Pferd, aber mit massiveren Formen; das kleinste hatte etwa die Größe eines Hasen.

Mit den Paläotherien kommen an denselben Fundorten die Anoplotherien (Fig. 336) vor, welche leichtere, gefälligere Formen und keinen Rüssel hatten, sonst aber den Paläotherien sich in mancher Beziehung näherten. Sie hatten ebenso viel Zähne wie diese, aber mit dem Unterschiede, daß nirgends eine Zahnlücke vorhanden war, sondern alle eine ununterbrochene Reihe, wie beim Menschen und den Affen, bildeten. Die Eckzähne sind klein, nicht vorstehend, wie bei den Paläotherien; die Backenzähne des Oberkiefers vorn zusammengedrückt, hinten quadratisch; die des Unterkiefers aus zwei halbmondförmigen Prismen gebildet. Die Füße hatten nur zwei vollständige Zehen und bei einigen Arten eine dritte unvollständige. Der Schwanz war lang und dick, die Nasenknochen lassen weder auf einen Rüssel noch auf ein Horn schließen. §. 769

Den eigentlichen Anoplotherien stehen sehr nahe die Xiphodonarten, die leichte Formen, wie ein Reh oder eine Gazelle, und einen kurzen Schwanz hatten, sowie die Dichobunen, welche die Größe des Hasen und wie dieser lange Hinterfüße und kurze Vorderfüße besaßen.

Fig. 336.



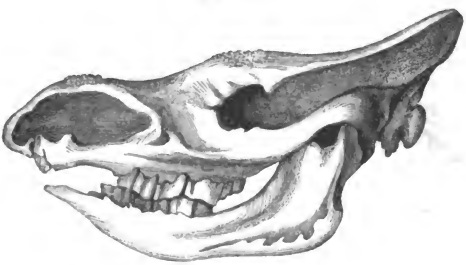
Umriß des Anoplotherium commune. Aus dem Grobkalke nach Cuvier's Restauration. Es hatte etwa die Größe eines Esels.

Digitized by Google

§. 770. Eines der bezeichnendsten Säugethiergeschlechter für die mittlere Tertiärperiode ist das Genus Lophiodon, das fast nur durch seine Zähne bekannt ist, die denen des Tapirs sehr nahe stehen. Sie haben im Ganzen zweiundvierzig Zähne, nämlich zwölf Schneidezähne, vier Eckzähne und vierzehn Backenzähne im Oberkiefer, während nur zwölf Backenzähne im Unterkiefer stehen. Die Zähne weichen nur durch geringe Modificationen, auf welche einzugehen hier zu weit führen würde, von den Tapiren ab. Man kennt jetzt schon eine Menge Arten, meist aus den mittleren Tertiärschichten, — die Größe der bedeutendsten Art erreicht fast die eines kleinen Nashornes.

§. 771. Die Nashörner, von denen man wohlerhaltene Cadaver im sibirischen Eise gefunden hat, die mit langen Haaren bedeckt waren, ganz sowie das sibirische Mammuth; — die Nashörner bieten in ihrer Bezahnung, Schädelform und Gliederstructur so viel Eigenthümliches dar, daß sie als ausgezeichnete Leiter für die obersten Tertiärgebilde dienen können, in welchen sie bis jetzt fast allein gefunden wurden. Die Eckzähne fehlen den Nashörnern, Schneidezähne finden sich keine oder zwei, Backenzähne sieben in jeder Kieferhälfte. Jeder Backenzahn hat eine eigenthümliche Gestalt, die leicht zu erkennen ist. Der lange Schädel hat eine pyramidalische Form und zeichnet sich durch die zu einem Wulst vereinigten Nasenbeine aus, auf welchen die der Haut angehörigen Hörner sitzen. Eine fossile, sehr häufig vorkommende Art (Rhinoceros tichorhinus, Fig. 337), die erstaunlich große Hörner hatte, besitzt eine knöcherne Nasenscheidewand, die dem Horne noch einen festeren Stützpunkt verleiht. Ungegründete Phantasien alterthumseliger Mährchenliebhaber hatten aus den fossilen Rhinoceroshörnern Klauen des Vogels Greif oder des Vogels Rock gemacht, der in tausend und eine Nacht eine so bedeutende Rolle spielt.

Fig. 337.

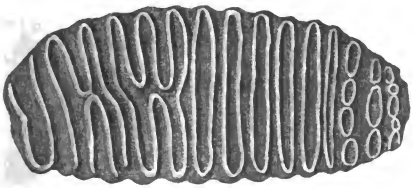


Schädel von Rhinoceros tichorhinus. Aus dem sibirischen Sande.

Digitized by Google

Die osteologischen Charaktere der Elephanten, nach denen allein die fos- §. 772
silen Reste dieser Thiere bestimmt werden können, sind äußerst leicht festzustellen und so hervortretend, daß Verwechselungen unmöglich sind. Die Backenzähne dieser Thiere (Fig. 338) sind aus senkrechten Blättern oder Lamellen zusammengesetzt, welche aus Zahnsubstanz mit umgebendem Schmelz bestehen und durch ein eigenthümliches Cäment mit einander verkittet sind. Es finden sich nie mehr als zwei solcher Zähne in jeder Kieferhälfte, oft nur einer; die Zähne ersetzen sich von hinten nach vorn, indem nach der Abnutzung des vorderen, der hintere an die Stelle tritt. Je älter das Thier, desto mehr Lamellen haben die Backenzähne. Die Form dieser Lamellen, die bald rautenförmig, bald oval, oder selbst schlangenförmig gewunden sind, bietet äußerst bestimmte Kennzeichen für die Art dar. Die Stoßzähne sind ebenfalls charakteristisch für die Elephanten, und nicht minder die zellige, blasige Beschaffenheit der Schädelknochen.

Fig. 338.



Backenzahn von Elephas primigenius. Von der Kaufläche aus gesehen.

Man hat bis jetzt eine Menge fossiler Elephantenknochen in allen Theilen der Erde gefunden; kein Land ist aber so reich daran, als Sibirien und Nordasien überhaupt, wo der Boden wirklich von Elephantenknochen durchsäet ist und mit dem fossilen Elfenbein ein ansehnlicher Handel getrieben wird. Merkwürdiger Weise hat man auch schon Cadaver solcher fossilen Elephanten oder Mammuthe mit Fleisch und Haar sehr wohlerhalten in dem Polareise Sibiriens an den Ufern der Lena gefunden und sich überzeugen können, daß das Mammuth mit einer Art Wolle bedeckt war, unter welche steife, stracke Haare gemischt waren. Offenbar scheint demnach der fossile Elephant Sibiriens auf ein rauheres Klima angewiesen gewesen zu sein, als die jetzigen Elephanten, die keine solche Hautbedeckung haben.

Den Elephanten nahe stehen die Mastodonten, ein durchaus ausgestorbenes §. 773.
Geschlecht, das ebenfalls den gewölbten, zelligen Schädel mit den Höhlenräumen in den Knochen, die großen Stoßzähne im Oberkiefer und wahrscheinlich auch den Rüssel besaß. Die Backenzähne finden sich aber in größerer Anzahl, von ein bis zu vieren in jeder Kieferhälfte, so daß also das Mastodon sechszehn Backenzähne besitzen konnte, während beim Elephanten die Gesammtzahl nicht über acht steigen kann. Die Krone besteht aus einer Menge von zitzenförmigen, spitzen Hügeln, die in Querreihen geordnet sind und,

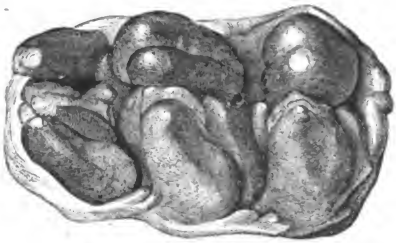
Digitized by Google

wenn sie sich abnutzen, rundliche oder ovale, ebenfalls quergereihte Abnutzungsflächen lassen. Die jungen Mastodonten besaßen ohne Zweifel in jeder Unterkieferhälfte einen verhältnißmäßig großen, gerade nach vorn gerichteten Stoßzahn, der, wie es scheint, auch bei einigen Arten im Alter blieb. Nach anderen Beobachtungen ist es wahrscheinlich, daß nur der rechte Stoßzahn im Unterkiefer bei den Männchen, nicht aber bei den Weibchen blieb. Man kennt mehre gewisse und viele sehr zweifelhafte Arten des Geschlechtes (Fig. 339 u. 340).

Fig. 339.

Backenzahn von Mastodon australis. Von der Seite gesehen.

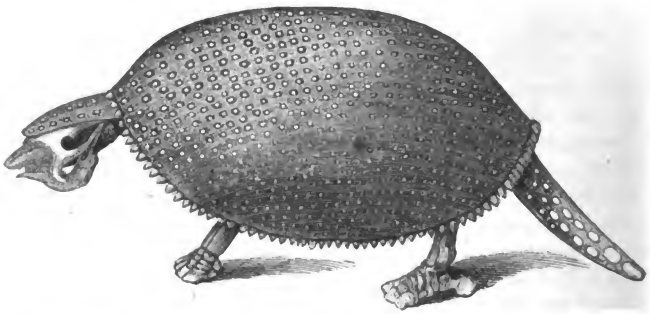
Fig. 340.



Derselbe von der Krone aus.

§ 774. Die in der jetzigen Schöpfung ausschließlich auf Südamerika beschränkten Gürtelthiere, die eine sehr bestimmte Familie der Zahnlosen (Edentaten)

Fig 341.



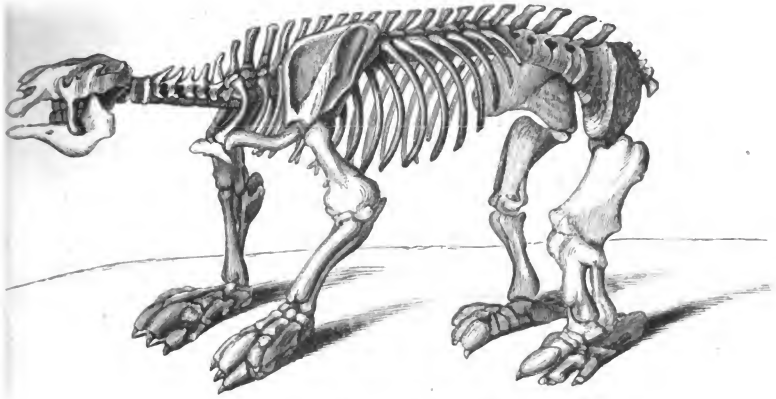
Glyptodon clavipes. Aus dem Sande des Pampasthones bei Buenos Ayres.

Digitized by Google

ausmachen, fehlten in der Tertiärzeit auch in Europa nicht. In Südamerika selbst waren sie durch einige gigantische Geschlechter vertreten, unter welchen die Glyptodon-Arten (Fig. 341) jetzt am vollständigsten bekannt sind. Diese Thiere, deren Panzer allein (Kopf und Schwanz ungerechnet) fast 6 Fuß Länge erreichte, hatten schwere, plumpe Füße mit plattgedrückten, kurzen Zehengliedern; weder Schneide- noch Eckzähne (wie alle Zahnlosen), aber acht Backenzähne in jedem Kiefer, die eine sehr eigenthümliche Structur haben; ihr Panzer war aus sechseckigen Schildern zusammengesetzt. Die Panzerstücke kennt man schon seit längerer Zeit; sie waren früher dem Megatherium zugeschrieben worden.

§. 775. Die Megatherien (Fig. 342) sind durch mehre vollständige Skelette bekannt, welche in Südamerika aufgefunden und in Madrid und London aufgestellt wurden. Es waren gewaltige, schwerfällige Thiere, deren Kopf

Fig. 342.



Skelett von Megatherium Cuvieri.

sehr demjenigen des Faulthieres gleicht, indem der Schädel vorn abgestutzt ist. Ihre Größe stand zwischen derjenigen des Elephanten und des Nashornes mitten inne. Sie haben, wie alle Zahnlosen (Edentaten), weder Schneide- noch Eckzähne; die Backenzähne, achtzehn an der Zahl, zehn oben und acht unten, sind prismatisch, ohne Wurzel, mit flacher, rechtwinkeliger Krone. Der Unterkiefer ist ungemein schwer und massiv; der Jochbogen hat einen großen, absteigenden Fortsatz, um den gewaltigen Kaumuskeln mehr Raum zum Ansatze zu bieten. Die Schulter ist ungemein stark gebaut; Rabenschnabelbein und Schulterhöhe mit einander verwachsen, das Schlüsselbein sehr stark und dick; der Oberarm unten angeschwollen und

Digitized by Google

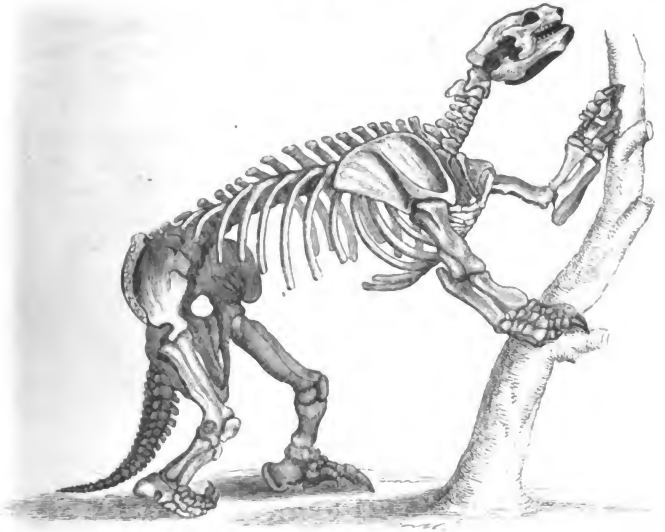
breit; die Unterarmknochen frei beweglich um sich selbst; die Füße gewaltig groß, mit mächtigen Endgliedern an den Zehen, welche scheidenförmig die Basis der gewaltigen, gekrümmten Krallen umschließen. Das Becken ist ungemein breit, flach, und seine Knochen außerordentlich dick; die Gelenkhöhle gänzlich nach unten gerichtet, so daß der Oberschenkel senkrecht eingelenkt ist. Der Oberschenkel ist wohl dreimal so breit als der des Elephanten; die Unterschenkelknochen ebenso ungemein breit und kurz — der Fuß breit, tappig, mit einem großen Nagel am Daumen bewaffnet. Der Schwanz ist ungemein stark und dick. Man glaubte früher, daß das Megatherium einen Panzer besessen habe in ähnlicher Art, wie die Gürtelthiere; — weitere Untersuchungen haben indeß bewiesen, daß die fossilen Panzerstücke nicht ihm, sondern wirklichen gigantischen Armadillen angehörten. Das Megatherium scheint einige Aehnlichkeit in seinen äußeren Formen wie in seiner Lebensweise mit den Faulthieren gehabt zu haben; vielleicht nur mit dem Unterschiede, daß es, statt auf die Bäume zu klettern, dieselben entwurzelte, wozu ihm seine langen, scharfen Nägel, die Beweglichkeit der Hand, das ungeheure Gewicht seines Körpers und der als Stütze brauchbare Schwanz treffliche Dienste leisten mußten.

§. 776. Die reichen Sandlager des Rio Plata bei Buenos Ayres haben das vollständige Skelett eines sehr eigenthümlichen Thiergeschlechtes geliefert, von dem man jetzt drei Arten kennt. Die Mylodonten waren ebenso plumpe, unbeholfene, massive Thiere als die Megatherien, mit fünf Backenzähnen in dem Oberkiefer und vier in dem Unterkiefer, mithin achtzehn Zähnen im Ganzen, da ihnen Eck- und Schneidezähne fehlten. Die Füße dieser Thiere sind alle gleich lang; die vorderen fünfzehig, die hinteren vierzehig; die inneren Finger sind mit großen, schärfen, gekrümmten Krallen versehen, die beiden äußeren unbewaffnet. Der Schwanz ist kurz, aber beträchtlich breit und massiv. Die Zähne sind einfach, vorn mehr elliptisch, hinten breiter und selbst drei- und viereckig. Die eine Art, deren vollständiges Skelett in London sich befindet, erreichte 9 Fuß Länge (Fig. 343 auf der folgenden Seite).

§. 777. Die Katzen sind ohne allen Zweifel unter den Fleischfressern diejenige Familie, welche vor anderen zu exclusiver Fleischnahrung bestimmt ist. Die Schnauze ist kurz, gedrungen; der Kiefer kurz, kräftig; die Kopfleisten zum Ansatze der Beißmuskeln ungemein entwickelt; die Klauen in eigenen Scheiden zurückziehbar, so daß ihre Schärfe beim Gehen nicht abgenutzt wird. Die Eckzähne sind scharf, messerartig; die Reißzähne sehr groß; die Höckerzähne rudimentär und die wenigen Backenzähne (zwei in jeder Kieferhälfte) ungemein scharf und durchaus nicht zum Kauen geeignet. Die Glieder sind schlank und kräftig zugleich, und der ganze Organismus im höchsten Grade vortheilhaft zum Raube eingerichtet. Man kennt namentlich im Diluvium und in den Höhlen mehre Arten von gewaltigen Katzen, die theilweise den

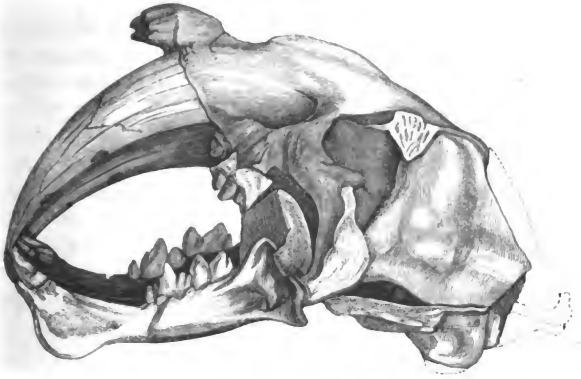
Digitized by Google

Fig. 343.



Mylodon robustus. Aus dem la Platagebiete.

Fig. 344.



Felis Smilodon. Aus Braſilien.

Digitized by Google

Löwen und Tiger an Größe übertrafen; die merkwürdigste Art ohne Zweifel ist eine neuerdings in Brasilien aufgefundene (Fig. 344 auf der vorhergehenden Seite), bei welcher die platten, dolchförmigen, gekrümmten Eckzähne eine ungeheure Länge erreichen, so daß das Unterkiefergelenk kaum Spielraum genug hat, um das Maul so zu öffnen, daß diese Zähne nicht über die Unterkiefer weggreifen.

§. 778. Die hundeartigen Raubthiere, welche keine zurückziehbaren Nägel besitzen, sind in den tertiären Gebilden hauptsächlich durch die Hyänen vertreten (Fig. 345 u. 346), welche ebenso, wie die Bären, meist Höhlen bewohnten.

Fig. 345.

Kopf der Hyaena spelaea. Von der Seite gesehen.

Fig. 346.

Derselbe von oben.

Der Zahnbau der Hyänen schließt sich, durch die Beschaffenheit der Backenzähne, besonders an den Typus der ächten Fleischfresser, an die Katzen an; während der Gliederbau sich demjenigen der Hunde nähert. Mit dem räuberischen Instinct Hand in Hand gehen die Länge und Größe der mittleren Schädelleiste, zu deren beiden Seiten die mächtigen Kaumuskeln sich ansetzen; der kurze, kräftige Unterkiefer; der starke, muskulöse Hals. Die Eckzähne sind groß, stark, messerförmig; die Backenzähne zweilappig, schneidend; der Höckerzahn hat eine mittlere Größe. Man hat mehre Arten von Hyänen unterschieden und Höhlen gefunden, in welchen sie offenbar die einzigen Bewohner und die übrigen Knochen theilweise nur Reste ihrer Mahlzeiten waren.

§. 779. Unter den Knochen der Höhlenbewohner stehen diejenigen der Bären vor allen durch Zahl oben an. Manche Höhlen waren durchaus nur von Bären bewohnt, und zwar meist von einer besonderen Art, dem Höhlenbär,

Digitized by Google

Ursus spelaeus (Fig. 347 u. 348), der ſich durch ſeine bedeutendere Größe und ſeinen eigenthümlichen Schädelbau von allen anderen lebenden und foſſilen Arten unterſcheidet. Die Familie der Bären zeichnet ſich vor allen anderen Fleiſchfreſſern durch den Umſtand aus, daß ſie Sohlengänger ſind und nicht, wie Hunde oder Katzen, nur mit den Zehen, ſondern mit der ganzen Sohle den Boden berühren. Damit vereinigen ſich denn plumpere, kürzere Glieder, ſchwerfällige Bewegungen und geringere Wildheit, indem namentlich die jetzigen Bären auch neben der Fleiſchnahrung, die ſie nicht verſchmähen, Früchte und Wurzeln ſich zur Nahrung dienen laſſen. Auch das Zahnſyſtem läßt auf dieſe geringere Wildheit ſchließen. Die Eckzähne ragen kaum über die anderen Zähne hervor, ſind kurz und

Fig. 347.

Kopf des Ursus spelaeus, von oben geſehen.

Fig. 348.

Derſelbe von der Seite.

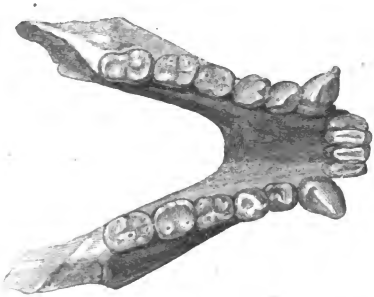
dick und mit gewaltig großer, voluminöſer Wurzel verſehen, die im Mißverhältniſſe zu der kleinen Krone ſteht; der Reißzahn iſt nicht ſehr entwickelt, höckerig und wenig ſchneidend; die Backenzähne dick und mit vielen ſtumpfen Höckerchen beſetzt. Die Lückenzähne ſind ſehr veränderlich in Zahl und Beſtand. Im Allgemeinen hält es, eben dieſer ſtumpfen Höcker der Backenzähne und der eigenthümlichen Form der Eckzähne wegen, nicht ſehr ſchwer,

Digitized by Google

diese Zähne und somit die Schädel der fossilen Bären von denen anderer Fleischfresser zu unterscheiden.

§. 780. Ueberreste von Affen, deren Existenz im fossilen Zustande man früher leugnete, sind jetzt an mehren Orten in der alten und neuen Welt, und zwar in ersterer zum Theil in Breitengraden nachgewiesen worden, in welchen sie jetzt nicht mehr vorkommen. Merkwürdiger Weise gehören die fossilen Affen denselben Ordnungen an, in welche die jetztlebenden Affen nach ihrer Herkunft sich theilen; nämlich diejenigen der alten Welt mit 32 Zähnen, erhabenen Nasenlöchern und dünner Nasenscheidewand, und diejenigen der neuen Welt mit 36 Zähnen, platter Nase und breiter Nasenscheidewand.

Fig. 349.



Fossiler Unterkiefer eines Affen (Pithecus antiquus) von Sansans.

Die Affen unterscheiden sich durch ihre Knochenreste und ihren Zahnbau leicht von allen anderen Thieren. Die Zähne stehen in einer Reihe dicht neben einander ohne Lücke, wie beim Menschen; die Schneidezähne sind meißelartig schneidend; die Eckzähne conisch, wenig über die anderen erhaben; die Backenzähne mit mehren stumpfen Höckern besetzt. Man hat bis jetzt nur an zwei Orten in Europa Affenreste gefunden: in Sansans bei Auch (Departement du Gers in Südfrankreich) (Fig. 349) und in Kyson in Suffolk, bei 52 Grad nördlicher Breite, während die jetzigen Affen nicht über den 37sten Grad nördlich gehen.

Einiges über Tertiärgebilde im Allgemeinen.

§. 781. Die große Mannichfaltigkeit der Tertiärbildungen mußte begreiflicher Weise das Verlangen erregen, dieselben unter einzelne Perioden unterzuordnen. Es ergab sich aus dem Studium dieser Ablagerungen, daß man mehrfache Perioden ihrer Bildung unterscheiden müsse, indem theils die Ueberlagerung mehrerer bestimmt geschiedener Bildungen, theils die Vergleichung der darin eingeschlossenen Fossilien Anhaltspunkte gaben, wonach man die Gleichzeitigkeit der räumlich getrennten Formationen bestimmen zu kön-

Digitized by Google

nen hoffte. Man kam endlich dahin überein, dieſelben in drei Perioden zu theilen, welche man mit dem Namen Eocene, Miocene und Pliocene Periode belegte. Das Princip dieſer Eintheilung wurde namentlich in den Foſſilien geſucht, und wenn auch hiergegen Nichts zu erinnern wäre, ſo wurde doch auf der anderen Seite dieſe Eintheilung dadurch fehlerhaft, daß man nur das Verhältniß der Foſſilien zu den jetzt lebenden Muſcheln berückſichtigte. Man nahm als erwieſen an, daß in allen tertiären Ablagerungen foſſile Muſcheln und Schnecken vorkämen, welche mit den jetzt lebenden durchaus identiſch ſeien, und je nachdem man unter den Muſcheln eines Beckens eine mehr oder minder große Zahl ſolcher identiſcher Muſcheln fand, beſtimmte man die Periode, welcher daſſelbe angehören ſollte. Die älteſte oder Eocene Periode, als deren Typus der Londonthon und der Pariſer Grobkalk angenommen wurden, ſollte drei Procent lebender Muſcheln enthalten, d. h. unter hundert Species ſollten ſich ſiebenundneunzig ausgeſtorbene und drei lebende Species von Mollusken befinden. Als Typen der Miocenen Periode gelten die oberen Pariſer Schichten, von dem Sandſteine von Fontainebleau an und die Faluns der Touraine; — ſie ſollten 19 bis 26 Procent lebender Muſcheln enthalten. Die Pliocene Periode endlich, für welche die Subapenninenformation als maßgebendes Beiſpiel galt, hatte, als die jüngſte, die meiſten lebenden Muſcheln, nämlich 52 Procent, etwas mehr als die Hälfte der Geſammtzahl ihrer Arten.

Neuere Unterſuchungen laſſen indeß ſehr an der Richtigkeit des Grund- §. 782.
ſatzes, auf welchem dieſe procentigen Schätzungen beruhen, zweifeln. Abgeſehen davon, daß ſich für jedes Becken faſt eine eigenthümliche Zahl von noch lebenden Arten herſtellen ließ, welche die Coordinirung der einzelnen Becken verwirrte, ſo behaupten einige neuere Autoren von größter Zuverläſſigkeit geradezu, daß in den Tertiärgebilden keine jetzt noch lebende Muſchel foſſil vorkomme, ſondern daß alle für identiſch angeſehene Arten von den lebenden ſpecifiſch verſchieden ſeien. Sie leugnen deshalb die Aehnlichkeit der foſſilen Arten mit den lebenden nicht, glauben aber durchgreifende Unterſchiede aufſtellen zu können, wodurch ſich ſolche analoge Arten als beſtimmt verſchieden erwieſen. Die Entſcheidung zwiſchen ſo ſchroff hingeſtellten Behauptungen, die ſich durchaus entgegenſtehen, beruht hauptſächlich auf der Art und Weiſe, wie die einzelnen Forſcher den Begriff der Species auffaſſen; indem die Einen glauben, daß die vorhandenen Verſchiedenheiten in das Bereich der Modificationen fallen, welche die Species erleiden kann, während die Anderen die Grenzen dieſer Modificationen enger ſtecken und die bemerkten Unterſchiede als Art-Charaktere auffaſſen. So ſehr wir auch glauben, daß die letzteren Anſichten wirklich die richtigen ſind, und daß demnach erſt nach genauer Sichtung der verſchiedenen Faunen eine zurei-

Digitized by Google

chende Coordination der Tertiärgebilde möglich sein wird, so können wir doch nicht umhin, hier die einzelnen Gebilde anzuführen, welche man unter die drei genannten Perioden geordnet hat, da in den meisten neueren Schriften auf dieser Eintheilung gefußt wird.

§. 783. Eocene Periode.

Frankreich. Die Schichten des Pariser Beckens bis zu den Gypsmergeln inclusive, plastischer Thon und Grobkalk. — Der Grobkalk von Bordeaux und derjenige von Noirmoutier in der Bretagne.

England. Der London-Thon nebst den Süßwasserschichten auf der Insel Wight und in Hampshire.

Deutschland. Das Mecklenburger Becken.

Belgien. Die untersten Schichten — Boom.

Nordamerika. Die Schichten des Missisippi-Gebietes.

Italien. Monte Bolca — Ronca?

§. 784. Miocene Periode.

Frankreich. Becken von Bordeaux — Faluns der Touraine — obere Schichten des Pariser Beckens — untere Schichten der Auvergne — Braunkohlenschichten, Kalke und Gypse des Languedoc — Molasse und Moëllonkalk derselben Gegend (wahrscheinlicher zum Pliocen gehörend) — Süßwasserkalke von Aix (?).

England. Crag in Suffolk und Norfolk.

Deutschland. Becken von Mainz — von Georgensgemünd — Tegel von Wien. — Untere Schichten in Ungarn — Becken von Polen, Podolien ꝛc.

Schweiz. Molasse (?).

Italien. Superga — Becken von Ronca?

§. 785. Pliocene Periode.

Frankreich. Obere Becken der Auvergne — Becken der Landes — La Bresse.

England. Obere Schichten des Crag? Norwich-Crag.

Deutschland. Hessisch-Westphälisches Braunkohlen-Becken — Oeningen.

Italien. Subapeninnen — Sicilische Ablagerungen — Arnothal.

Südamerika. Die Pampas; Brasilischer Knochenthon.

Knochenhöhlen, Knochenbreccien und ältere Anschwemmungen aller Länder.

§. 786. Betrachtet man die Vertheilung der fossilen Säugethiere aus der Tertiärzeit hinsichtlich der Aufeinanderfolge der Schichten, in welchen sie sich finden, so lassen sich folgende Beziehungen herstellen.

In der ältesten Tertiärzeit, während des Absatzes des Grobkalkes

Digitized by Google

und Londonthones, herrschten hauptsächlich eigentliche Dickhäuter vor, welche sämmtlich ausgestorbenen Geschlechtern angehörten. Die Paläotherien, die Anoplotherien mit ihren Untergeschlechtern haben keine lebenden Repräsentanten mehr. Dagegen findet man deren unter den Fleischfressern, Nagern und Handflüglern jener Zeit; — einige Reste werden dem Genus Canis, Viverra, Myoxus, Vespertilio zugeschrieben. Alle diese Thiere gehören zu den kleineren Säugethieren; das Palaeotherium magnum, das größte Säugethier aus der Grobkalkzeit, hatte die Größe eines Pferdes, und der größte Fleischfresser übertraf den Wolf an Stärke nicht. Es ist demnach eine durchaus falsche Ansicht, die aus jenen Zeiten herstammt, wo man die Tertiärgebilde noch nicht ihrem Alter nach zu ordnen wußte, wenn man behauptet, die Säugethiere hätten mit gigantischen Formen begonnen. Die Wiederkäuer fehlen, wie es scheint, gänzlich in den älteren Tertiärgebilden; dagegen hat man im Grobkalke eine ächte Beutelratze gefunden, während in der jetzigen Zeit die sämmtlichen Beutelthiere nur in Amerika und dem australischen Continente sich finden. Die richtige Bestimmung der dahin gehörigen Reste ist außer allem Zweifel, und es beweist dieses Beispiel, daß auch hier, wie bei anderen Classen, die bei dem ersten Auftreten vorkommenden Formen überall ausgebreitet sind und erst später in besondere Localitäten sich einschränken.

§. 787 Während der sogenannten Miocenen Periode zeigen sich noch einige wenige Arten von Paläotherien; neben ihnen aber treten andere Dickhäuter auf, die sie zum Theile ersetzen. Die Lophiodonten zeigen sich in großer Anzahl und in verschiedenen Arten, Nashörner mit Schneidezähnen (Acerotherium incisivum) und ohne dieselben (Rh. Schleiermacheri, minutus). Die größeren rüsseltragenden Pachydermen zeigen sich repräsentirt durch mehre Arten von Mastodon, und vielleicht auch durch die ihrer Classification nach sehr zweifelhaften Dinotherien. — Die Fleischfresser werden zahlreicher und größer; einige Arten von Amphicyon und Hyänodon, sowie mehre Pantherarten bewohnten Europa. Die Wiederkäuer treten mit dem eigenthümlichen Geschlechte Palaömeryx, mit eigentlichen Hirschen, Moschus- und Antilopen-Arten auf; die Nager erhalten sich etwa in gleicher Anzahl.

§. 788. In der Diluvialperiode endlich erhalten die Fleischfresser eine ungewöhnliche Entwicklung. Nicht nur vermehren sich die Arten und die Individuen derselben, die wir in den Anschwemmungen, den Höhlen und Breccien finden, sondern auch die analogen Arten sind viel größer und stärker, als in der Jetztwelt. Die Bären, Hyänen treten jetzt erst auf; die Katzen zeigen Arten, welche unsere jetzigen Löwen und Tiger an Größe übertreffen. Neben diesen gewaltigen Raubthieren zeigen sich jetzt erst Elephanten, Flußpferde, Rhinoceros-Arten eigenthümlicher Gestaltung,

Digitized by Google

worunter namentlich das Rh. tichorchinus, deſſen ungemein lange Hörner einer knöchernen Naſenſcheidewand bedurften, um einen ſtärkeren Stützpunkt zu haben. Zahlreiche Wiederkäuer, Hirſche, Rehe, Ochſen, Antilopen, eine Menge von kleineren Nagethieren bewohnen mit den Fleiſchfreſſern gleichzeitig die Erde, und eine ziemlich bedeutende Anzahl von Phoken, Wallfiſchen und Delphinen, durchfurchen das Meer.

§. 789. Die verticale Vertheilung der Säugethiere würde demnach die Aufſtellung von drei verſchiedenen Gruppen rechtfertigen, als deren untere Grobkalk und Londonthon, und als obere Diluvium, Höhlen und Breccien gelten müßten, während die übrigen Gebilde in eine mittlere Gruppe zuſammengehören. Es iſt in der That jetzt erwieſen, daß die Säugethiere dieſer drei Gruppen alle ſpecifiſch von einander verſchieden ſind, und daß nur durch Aufwühlung und Wegſchwemmung Reſte, die aus älteren Tertiärformen ſtammen, zuweilen zum zweiten Male in jüngeren Bildungen abgelagert ſind. Ob die Fauna des Diluviums auch Arten enthalten habe, welche von den jetzigen ſpecifiſch nicht abweichen, iſt eine noch unentſchiedene Frage; die ausgezeichnetſten Formen aus jener Zeit, Bären, Hyänen, Katzen, Elephanten ꝛc. ſind ohne allen Zweifel ſpecifiſch von den jetztlebenden verſchieden, während namentlich bei den Nagern und Wiederkäuern die Sache noch nicht recht ermittelt ſcheint. Eine andere Frage, die ebenfalls noch genauerer Unterſuchungen bedarf, iſt die, ob es gelingen könne, die bezeichnete mittlere Tertiärperiode in mehre Abtheilungen zu zerlegen. So ſcheinen die Becken von Oeningen, theilweiſe vielleicht auch der obere Knochenſand der Rheinebene und die ſchweizeriſche Molaſſe Formationen anzugehören, welche jünger ſind, als die Ablagerungen von Sanſans oder Georgen-Gemünd; — indeß kann hierüber noch kein definitives Urtheil gefällt werden, da die vergleichenden paläontologiſchen Studien über dieſe mittleren Tertiärgebilde noch nicht auf den wünſchbaren Grad von Sicherheit gelangt ſind.

§. 790. Die geographiſche Verbreitung der Thiere während der Tertiärzeit, und namentlich während des Endes derſelben ſcheint auf den erſten Blick von derjenigen, welche wir heute beobachten, bedeutend abzuweichen. Die Diluvialzeit namentlich fordert hier zu ernſteren Unterſuchungen auf, da ſie bis jetzt aus allen Ländern große Mengen foſſiler Reſte geliefert hat, während die Eocene und Miocene Periode nur in Europa gehörig bekannt ſind, mithin keine Anhaltspunkte zur Vergleichung bieten. Die Diluvialzeit bietet nun allerdings bedeutende Contraſte mit der Jetztwelt. England und das nördliche Europa ſind nicht nur von Bären, Pferden, Ochſen und ähnlichen Thieren bewohnt, welche jetzt noch Analogien bieten, ſondern auch Hyänen, Löwen, Tiger, Elephanten, Nashörner und ähnliche Thiere, welche jetzt auf dem europäiſchen Continente nicht mehr vor-

Digitized by Google

kommen, finden sich in Menge unter den Knochen des Diluviums. Aehnliche Mißverhältnisse bieten sich in Asien dar. Sibirien, das kaum noch einige wenige Thiere des Nordens ernähren kann, war von Elephanten und Nashörnern bewohnt, deren analoge Arten jetzt nur noch in südlichen Zonen vorkommen.

§. 791. Wären demnach die Vergleichungen nur auf die angeführten Länder des europäisch-asiatischen Continentes beschränkt, so müßte man anerkennen, daß die geographische Verbreitung der Säugethier während der Diluvialzeit durchaus keine Analogie mit derjenigen der Jetztwelt hat. Zieht man aber andere Continente zu Rathe, so stellt sich dieses Uebereinkommen wieder her. Zuerst ist hier freilich als Grundsatz festzuhalten, daß die Abtheilung der alten Welt in drei Continente Europa, Asien und Afrika durchaus unstatthaft erscheint. Die Grenze zwischen Europa und Asien ist auch jetzt eine durchaus willkürliche; — und zwischen Europa und Afrika hat die Natur selbst in historischer Zeit keine solche gezogen. Die meisten Säugethiere und Pflanzen, welche in Nordafrika vorkommen, der Löwe, der Schakal, die Hyäne, der gemeine Affe, das Stachelschwein, das Kameel, die Zwergpalme, sind entweder noch in den südlichen Ländern Europa's einheimisch, oder waren es doch in historischen Zeiten und ihre Entfernung ist nur eine Folge der Civilisation. Eine Grenze zwischen diesen Continenten abzustecken, ist sonach unmöglich, und es zeigen sich, auf diese Weise betrachtet, drei große Länderabtheilungen, die alte Welt, Amerika und Australien, deren Schöpfungen zur Diluvialzeit und im historischen Zeitraume mit einander verglichen werden müssen.

§. 792. Hier zeigt sich denn die merkwürdigste Uebereinstimmung hinsichtlich der Typen, welche in den verschiedenen Faunen dargestellt sind. Die Elephanten, Nashörner, Nilpferde, Hyänen ꝛc. sind auf den europäisch-asiatischen Continent, wie jetzt, auch zur Diluvialzeit beschränkt, und es zeigt sich nur das allgemeine Gesetz, daß alle Typen viel weiter nach Norden gehen, als die ihnen jetzt angewiesenen Grenzen reichen. Die großen Katzen, die Hyänen gehen bis nach England, während sie in den historischen Zeiten die Küstenländer des Mittelmeeres nicht überschritten; die Elephantenreste bedecken den Boden Sibiriens und der Eismeerküsten. Offenbar konnten solche gewaltige Thiere, wie die Mammuthe und Nashörner, nicht in einem Lande leben, dessen Pflanzenwuchs so ärmlich war, wie derjenige der nordischen Länder; — es ist demnach erwiesen, daß der Continent der alten Welt in seiner nördlichen Hälfte ein viel wärmeres Klima gehabt haben mußte, als jetzt der Fall ist. Indeß ist man mit diesen Schlußfolgerungen auch in mancher Beziehung zu weit gegangen, wenn man den Eismeerküsten, einzig auf diese Thatsachen gestützt, ein tropisches Klima zuschreiben wollte; das dichte Wollhaar, womit die Mammuthe bedeckt waren, be-

Digitized by Google

weist, daß der diluvianische Elephant für ein weit kälteres Klima geschaffen war, als der jetztlebende mit seiner kahlen Haut, und jetzt schon gehen die Elephanten in Asien und Südafrika weit über die Grenzen der tropischen Klimate hinaus.

§. 793. Ein durchaus verschiedener Typus zeigt sich in den amerikanischen und neuholländischen Thierresten. Dort, in den Knochenhöhlen Brasiliens und den Thonen der Pampas liegen die Knochen einer Schöpfung, in welcher die zahnlosen Säugethiere, Faulthiere, Gürtelthiere, Megatheriden, Ameisenfresser ꝛc. überwiegen, Typen, welche jetzt nur noch in Amerika angetroffen werden; hier, in Neuholland und Neuseeland, finden sich die Beutelthiere in eigenthümlichen Formen entwickelt, deren analoge Weiterbildung in den jetztlebenden Bewohnern dieser Landstriche nicht verkannt werden kann.

§. 794. Nur einige wenige Ausnahmen von dem Gesammtbilde dieser schon in der Diluvialzeit ausgeprägten Typen verschiedener Faunen finden sich, die bemerkenswerth sind. Es können hier nicht die Beutelratzen erwähnt werden, welche man im Gypse von Montmartre gefunden, — sie gehören einer älteren Zeit an und es ist vor allen Dingen bei Schilderungen untergegangener Schöpfungen nöthig, sich genau an die Zeit zu halten, welcher die gefundenen Reste angehören. Wohl aber ist es auffallend zu sehen, daß einige unzweideutige Reste auf die Existenz des Orycteropus, der jetzt auf Afrika beschränkt ist, schließen lassen; daß eigenthümliche Arten von Pferden zur Diluvialzeit in den Pampas lebten, während in historischer Zeit das Pferd erst von Europa aus eingeführt wurde, und endlich, daß das Mastodon über die ganze Erde in eigenthümlichen Arten verbreitet war, indem man Reste dieses Geschlechtes nicht nur in der alten Welt, sondern auch in Amerika und Neuholland gefunden hat. Indeß sind die Arten von einem Continente zum anderen unterschieden, und die allgemeine Verbreitung des Geschlechtes kann nicht auffallen, da es auch jetzt noch Geschlechter giebt, welche in eigenthümlichen Arten über die ganze Erde verbreitet sind.

§. 795. Als Resultat der vergleichend paläontologischen Forschungen über die Diluvialzeit geht demnach die bestimmte Ansicht hervor, daß die geographische Verbreitung die Existenz dreier Continente beweise, welche eigenthümliche Faunen besaßen, deren Typen noch heute fortdauern, und daß die verschiedenen Thiergeschlechter im Allgemeinen weit mehr nach Norden sich erstreckten, als dies jetzt der Fall ist, die nördliche Erdhälfte mithin wärmer war; ein Schluß, der sich auch durch Vergleichung der übrigen Thierclassen, namentlich der Mollusken, als vollkommen richtig darthun läßt, worauf einzugehen, hier zu weit führen würde.

Digitized by Google

Erratische Erscheinungen.

(Phénomènes erratiques. Terrain erratique. Findlings-Blöcke.)

§. 796. Schon seit den ältesten Zeiten waren selbst minder aufmerksame Beobachter durch eine große Menge von oft gigantischen Felsblöcken überrascht worden, die man an vielen Orten theils in Ebenen, theils auf Berggehängen antraf und die früher von entfernten Ursprungsstellen an ihre jetzigen Lagerstätten gelangt waren. So die vielen Geschiebe und Findlingsblöcke der nordischen Ebenen, die offenbar von den schwedischen Gebirgen herrührten, die Blöcke in der ebenen Schweiz und auf den Abhängen des Jura, deren krystallinische Zusammensetzung ihre Abstammung aus den Alpen beurkundete. Anfangs waren nur die Blöcke an sich Gegenstand der Untersuchung; später ward man auch auf gewisse begleitende Erscheinungen aufmerksam, deren Wichtigkeit bald mehr und mehr hervortrat, um so mehr, als die verschiedensten Theorien zur Erklärung des Fortschaffens der Blöcke gesucht wurden und man zu ihrer Stützung und zur Bekämpfung der Gegner zu Thatsachen jeder Art seine Zuflucht nehmen mußte. Wir werden in dem Nachfolgenden zuerst die Thatsachen untersuchen und dann auf die daraus zu entnehmenden Folgerungen eingehen.

Erratische Erscheinungen in der Schweiz.

§. 797. Die ebene Schweiz, deren ganzer Raum von einer einzigen tertiären Bildung, der Molasse, erfüllt ist, zeigt unmittelbar unter der Dammerde und selbst mit dieser vermischt und aus derselben hervorragend, eine große Menge erratischer Blöcke aller Art, die aus den Alpenthälern selbst stammen und bis weit an den Jura hinauf verbreitet sind. Um die Verbreitung dieser Gesteine genauer zu untersuchen, werden wir dieselben von den Alpenthälern aus durch die Ebene bis zum Jura verfolgen.

Die meisten Alpenthäler, welche zu den höheren Kämmen hinanführen, sind in dem Grunde ihrer Erstreckung mit Gletschern erfüllt, welche von den Höhen herabsteigen. Die Untersuchung dieser Eismassen und der von ihnen hervorgebrachten Wirkungen gehört einem späteren Kapitel an, wo wir von den jetzt noch auf der Oberfläche thätigen Agentien reden werden. In dem Grunde der Alpenthäler findet sich nun namentlich da, wo größere Erweiterungen des Thales sich zeigen, der Boden mit mehr oder minder abgerundeten Geröllen bedeckt, welche meist eine vollkommen horizontale Fläche bieten, und fast das Aussehen haben, wie wenn sie in einem See abgelagert wären. Indeß haben diese Gerölle meist eigenthümliche Gestalten; sie sind meist nicht rund, sondern abgeplattet auf einer Seite; oft auch nur auf einer Seite zugerundet, während sie an mehren Stellen ihre ursprünglichen scharfen Kanten behalten haben und auf ihrer Ober-

Digitized by Google

fläche zeigen ſich eigenthümliche, gerade, ſcharf eingeritzte Furchen und Streifen, die wie mit einem Grabſtichel eingeritzt erſcheinen. Die meiſten dieſer Alpengerölle, die man in allen Erweiterungen der größeren Thäler jetzt gefunden hat, wo die Bergſtröme ſie nicht weggeſchwemmt haben, zeigen ſolche eigenthümliche Ritzen und Streifen auf der Oberfläche und unterſcheiden ſich dadurch weſentlich von den Geröllen, die noch jetzt täglich an den Ufern unſerer Bäche, Flüſſe und Seen gebildet werden. Die geritzten Alpengerölle verlieren auch allmählich ihre Streifen, wenn ſie von den Bergſtrömen weiter in's Thal hinabgerollt werden.

§. 798. Außer dieſen Geröllen bemerkt man ſowohl im Thalgrunde, als auf den Gehängen beider Seiten, wenn dieſelben nicht zu ſteil ſind, Ablagerungen gewaltiger Blöcke, die offenbar aus dem Hintergrunde des Thales ſtammen und nicht von den Seitenwänden herabgefallen ſind. Der beſte Beweis für dieſe Abſtammung aus dem Thalhintergrunde wird durch die Beſchaffenheit dieſer Felſen geliefert, welche oft von derjenigen der Seitenwände abweicht, indem ſie z. B. aus Gneiß oder Granit beſtehen, während die Thalwände aus Serpentin oder Kalk gebildet ſind.

Fig. 350.

Erratiſcher Block von Monthey im Canton Waadt.

Oefter erſcheinen dieſe Blöcke, die zuweilen 40 bis 60 Fuß im Durchmeſſer haben, namentlich die in den Thalwänden befindlichen, nur iſolirt hie und da zerſtreut an Stellen, wo ſich gerade ein Plätzchen findet, das ihnen

Digitized by Google

einen Ruhepunkt gewährt; sie zeigen sich in vielen Fällen auf einer schmalen Kante oder einer kleineren Fläche ruhend, — ja zuweilen selbst sind einige derselben so auf einander gethürmt, als hätte man die für Erhaltung des Gleichgewichtes schwierigste Stellung gewählt.

§. 799. In anderen Fällen aber bilden diese Blöcke zusammenhängende Wälle, die sich entweder längs der Thalwände hinziehen oder auch auf dem Thalgrunde querüber von einer Seite zur anderen sich ausspannen. Solche Wälle bestehen aus einer unregelmäßigen Anhäufung von Trümmern jeglicher Gestalt und Größe, die meist ihre Ecken und Kanten ebenso wohl erhalten haben, als wären sie frisch abgesprengt worden, und zuweilen mit denselben geritzten Geröllen gemischt sind, die den Grund der Alpenthäler decken. Sand und Grand füllen meist die Zwischenräume dieser Schuttwälle aus, deren Existenz man jetzt in den meisten Thälern der Alpen von ihrem Ursprunge an bis zu ihrer Ausmündung nachgewiesen hat. Die Wälle, welche an den Seitenwänden sich hinziehen, sind selten von bedeutender Länge, da die Unregelmäßigkeit und Steilheit der Wände sie oft unterbricht; sie bilden aber Linien, welche so ziemlich in demselben Niveau bleiben. Die Wälle in den Thalgründen haben alle eine mehr oder minder bogenförmige Gestalt, und zwar ist die Convexität dieses Bogens nach unten gegen den Thalausgang hin gerichtet, während die Schenkel desselben sich oft noch weit längs der Thalwände hin nach oben gegen den Ursprung des Thales hin verfolgen lassen. Zuweilen bieten die Wälle förmlich geschlossene Halbmonde dar; meist aber sind sie mehrfach von den Bergströmen, die längs der Thalsohle hinbrausen, durchbrochen und zerstückelt.

§. 800. Das äußere Ansehen dieser Schutthaufen wechselt sehr, je nach der Höhe, in welcher man sie antrifft. Die an dem obersten Ende des Thales in der Nähe des Gletschers befindlichen erscheinen durchaus als regellose Schutthaufen mit nackter Oberfläche. Weiter nach unten beginnt Gras und Alpenkräuter in den Zwischenräumen zu sprossen; eine Schicht Dammerde mit dichtem Rasen deckt die noch tiefer im Thale befindlichen Wälle, und nur die Kanten der größeren Blöcke ragen aus der grünen Decke hervor; gegen den Ausgang des Thales hin endlich muß man die Schuttwälle meist im Walde oder selbst in den Dörfern suchen, indem Tannen und Häuser sich oft auf dem Schuttboden angesiedelt haben. Diese halbmondförmigen, alten Schuttwälle finden sich meist in den Thalerweiterungen an der Ausmündung und bieten dann den Aelpleren eine gewisse Erhöhung über der Thalsohle und für ihre Wohnungen Schutz vor Ueberschwemmungen. Ihre Existenz hat sogar öfter auf die jetzige Bildung der Erdoberfläche bedeutenden Einfluß geübt. Viele Alpenseen sind nur dadurch gebildet, daß die Thalmündungen durch solche Schuttwälle verschlossen sind,

Digitized by Google

hinter welchen die Gewässer aufgestaut sind. Der Garda-See in der Lombardei besteht nur durch einen solchen Schließungswall. Indeß sind diese Schuttwälle nicht auf die Thalkessel beschränkt; die größten Blockanhäufungen finden sich im Gegentheile oft gerade auf den Querrücken, welche zuweilen die einzelnen Erweiterungen der Alpenthäler trennen, während in den kesselförmigen Vertiefungen vor und hinter diesen Querrücken nur wenige Blöcke zerstreut sind.

§. 801. Mit der Zerstreuung der erratischen Blöcke innerhalb der Alpenthäler geht eine andere Erscheinung Hand in Hand, deren Bedeutung erst in der neuesten Zeit in's Licht gesetzt wurde; ich meine die Abrundung, Glättung und Streifung der Felswände. In allen Thälern, deren Felswände aus Gesteinen zusammengesetzt sind, welche nicht leicht verwittern, findet man bis zu einer gewissen Höhe nur abgerundete, bauchige Formen, sogenannte Rundhöcker (Roches moutonnées). Die Oberflächen dieser Rundhöcker sind geglättet, oft in so ausgezeichnetem Maße, daß sie wahre Spiegelflächen darstellen, und geritzt, wie die Gerölle der Alpenthäler. Die Ritzen und Streifen stellen sich aber erst auf den großen Flächen der Rundhöcker in ihrer vollen Eigenthümlichkeit dar. Es sind gerade feine Linien, die in durchaus stracker Richtung über alle einzelne Elemente des Gesteines verlaufen und bei dem Granite oder Gneiße z. B. ebenso gut über den Feldspath als über den Quarz sich hinziehen. Im Allgemeinen zeigt sich in diesen Ritzen eine bestimmte Richtung, und zwar laufen sie stets mehr oder minder der Thalsohle parallel; im Einzelnen aber zeigen sich größere und kleinere Abweichungen und oft förmliche Kreuzungen der Streifen. Die Natur dieser Rundhöcker, der Schliffe und der Streifen ist durchaus unabhängig von der Felsart. — Sie finden sich auf Granit, Gneiß und Glimmerschiefer so gut als auf Kalk und Serpentin; nur die schnell und leicht verwitternden Felsarten zeigen keine Spur davon.

§. 802. Sehr wichtig für die Auffassung des gesammten Phänomens erscheint die obere Höhengrenze dieser Rundhöcker, die sich in den meisten Alpenthälern leicht beobachten läßt und stets, auch aus der Ferne, durch die besondere Form der Berge leicht erkenntlich ist. Die Rundhöcker, die sanften, wellenförmigen, glatten Gestalten nehmen bei einer scharf markirten Linie ein Ende und darüber erheben sich wilde Zacken mit scharfen Kanten, rauhe, unregelmäßige Formen, die gar sehr mit den abgeschliffenen Flächen contrastiren. In den meisten Thälern kann man nur streckenweise diese obere Grenzlinie der Rundhöcker sehen und dann scheint sie vollkommen horizontal; bei Ueberblick beträchtlich langer Thäler aber, wie z. B. des Haslithales, des Rhonethales, oder bei vergleichenden Messungen zeigt sich, daß diese Linie im Hintergrunde der Alpenthäler etwa bei 9000 Fuß absoluter Höhe unter den Gletschern hervortritt; daß sie allmählich gegen den

Digitized by Google

Ausgang der Thäler hin mit einem Falle von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Graden sich senkt und bei den Thalmündungen eine Höhe von 5 bis 6000 Fuß innehält. Die Linie ist demnach im Ganzen weit weniger geneigt, zeigt einen weit geringeren Fall, als der Fall der Thalsohle ist.

§. 803. Es versteht sich von selbst, daß alle die aufgeführten Erscheinungen in ihrem Zusammenhange aufgefaßt werden müssen, um ein Bild zu geben, an welches man sich die Vorstellung über die Kraft, welche sie bewirkte, anknüpfen könne. Daß diese Kraft aus dem Hintergrunde des Thales, und zwar jedes einzelnen Thales, kam, beweist 1. die Zusammensetzung der geritzten Gerölle und der Findlingsblöcke der Thäler selbst. Die an der Thalmündung befindlichen Blöcke und Wälle bieten stets eine vollständige Sammlung aller in dem Thalgebiete vorkommenden Felsarten dar, und wenn in einzelnen Seitenthälern oder im Hintergrunde des Thales selbst ausgezeichnete Gesteine anstehen, die man leicht vor den übrigen kennen kann, so läßt sich meist nach den einzelnen Trümmern, denen man thalaufwärts folgt, der Weg bis zu ihrer Ursprungsstätte verfolgen, und man kann so auf die leichteste Weise zeigen, daß die Blöcke und Gerölle nach ihrer Ablösung durch irgend eine Kraft thalabwärts bewegt wurden. Diese Verfolgung der Findlinge bis zu ihrer Ursprungsstätte geschieht um so leichter, als nie die Gesteine von dem einen Thalufer auf das andere übergehen, selbst wenn das Thal sich sehr bedeutend verengt. So findet man die Euphotide von Saas, die Puddinge von Valorsine stets nur auf der südlichen Seite des Rhonethales, nie auf der gegenüberstehenden. 2. Durch die Richtung der Streifen, die in jedem Thale mit der Axe der Thalsohle parallel läuft und nach unten geneigt ist. Nur bei plötzlichen Verengerungen des Thalbettes ereignet es sich zuweilen, daß die Richtung der Streifen aufwärts geht. In den Seitenthälern fällt die Richtung der Streifen mit der Axe der Seitenthäler zusammen und geht an den Ausmündungen in die Streifenrichtung des Hauptthales über.

§. 804. Fassen wir demnach noch einmal die erratischen Erscheinungen, welche die Alpenthäler bieten, kurz zusammen, so bestehen diese in thalabwärts geführten Fragmenten, bald von bedeutender Größe, Blöcken mit scharfen Kanten und Ecken, die zuweilen in Form eigenthümlicher Längs- und Querwälle abgelagert sind, bald von geringerer Größe, unregelmäßigen Geröllen mit geritzter Oberfläche und meist von eigenthümlicher Form, und ferner in abgeschliffenen, geglätteten, abgerundeten Felsformen (Rundhöckern), auf deren Oberfläche feine, geradlinige Ritzen und Streifen eingegraben sind, die mit der Thalsohle parallel laufen.

§. 805. In der ebenen Schweiz ändern sich die Verhältnisse. Vor allen Dingen fehlen hier fast durchaus alle Ritzen und Schliffflächen, und zwar aus dem

Digitized by Google

einfachen Grunde, weil hier nur Molasse, Sand und Nagelflue, d. h. lauter äußerst leicht verwitternde Felsarten, vorkommen, deren Oberfläche allenfalls erhaltene Eindrücke durchaus nicht bewahren kann. Indessen hat man doch an einzelnen Stellen, wie z. B. auf dem Pelérin bei Vevey, Flächen von harter Nagelflue gefunden, welche sehr deutliche Schliffe mit Ritzen und Streifen zeigten; zum Beweise, daß nur die Natur des Gesteines die Erhaltung dieser Erscheinungen in den meisten Gegenden der ebenen Schweiz verhinderten. Dagegen beobachtet man überall ausgedehnte Zerstreuungen von Blöcken über die Ebene, die in der Nähe der Alpen bis zu 4000 und mehr Fuß absoluter Höhe ansteigen, so daß die meisten Molassenberge bis zu ihrem Gipfel mit Blöcken besäet sind. Meist erscheinen die Blöcke regellos über die Ebene zerstreut; nur an einigen Orten hat man Wälle gefunden, ähnlich denen, welche in den Alpenthälern vorkommen. So zeigt sich namentlich in der Nähe von Bern ein gewaltiger, etwa 100 Fuß hoher, bewaldeter Blockwall, das Hühnli genannt, der in weitem Halbmonde das Aarthal durchsetzt und aus sandigem Lehme, geritzten, runden Geschieben und großen eckigen Blöcken von mehren Fußen im Durchmesser zusammengesetzt ist. Dieser ruht, wie alle zerstreut umherliegenden Blöcke der oberen Schweiz, unmittelbar auf den geschichteten Sand- und Kieslagern, welche die Molasse an vielen Orten bedecken und deren wir oben gedachten.

§. 806. Wenn indeß hinsichtlich der Vertheilung der Blöcke an sich es nur selten gelingt, solche Wälle, wie den angeführten, in der Ebene zu beobachten und auch diese Beobachtungen stets schwieriger werden, da die Blöcke in der Ebene auf mannichfache Weise zu Bau-, Pflaster- und Chausseesteinen ausgebeutet werden, so ist auf der anderen Seite das mineralogische Studium der Blöcke ungemein wichtig, indem es die Beziehungen kennen lehrt, in welchen die Blockvertheilung in der Ebene zu den Ausmündungen der großen Alpenthäler steht. Diese Vertheilung ist jetzt, so weit sie den Schweizerboden betrifft, vollkommen bekannt geworden durch die genauen Untersuchungen der neuesten Zeit. Es haben sich hierbei folgende Resultate im Großen ergeben. Die Blöcke, welche die obere Schweiz erfüllen, sind besonders aus fünf Thalmündungen hervorgegangen: dem Rhonethale, Aarthale, Reußthale, Linththale und Rheinthale. Die Blöcke aus dem Rhonethale, mit welchen diejenigen, welche von der Montblanckette herkommen, gemischt sind, erfüllen die ganze Gegend zwischen Genf und Solothurn, so daß demnach das Gebiet der Rhoneblöcke einen breiten Fächer darbietet, dessen Spitze in der Rhonethalmündung bei St. Maurice sich befindet, während der eine Schenkel des Fächers längs des südlichen Ufers des Genfer See's, der andere etwa der Grenze des Cantons Freiburg entlang gegen Solothurn und selbst ein paar Stunden west-

Digitized by Google

lich von dieser Stadt bis gen Zofingen hinführt. Die ebenen Theile der Cantone Genf, Freiburg, Neuenburg und ein Stück von Bern, Solothurn und Argau sind demnach mit Montblanc- und Rhoneblöcken bedeckt.

§. 807. Die aus dem Aarthale hervorgegangenen Blöcke haben einen weit geringeren Verbreitungsbezirk. Sie bedecken fast nur den deutschen Theil des Cantons Bern, mit Ausnahme des von den Rhoneblöcken eingenommenen Theiles, und mischen sich einerseits mit diesen, anderntheils mit den vom Gotthardt stammenden Gesteinen, welche durch das Reuß-Thal herabkamen.

Diese erfüllen die Cantone Uri, Unterwalden nur zum Theil, die westliche Hälfte von Schwyz, Luzern, Zug und Aargau.

Die Linthblöcke haben nur einen geringen Verbreitungsbezirk durch die Cantone Glaris und zu beiden Seiten des durch den Linthcanal und den Züricher See fortgesetzten Thales der Linth.

Die Rheinblöcke endlich erfüllen einen großen Theil von Graubündten, St. Gallen, den nördlichen Theil des Cantons Zürich und den Canton Thurgau und dringen noch auf dem nördlichen Ufer des Rheines weit in Baiern und Schwaben hinein; indeß ist die nördliche Grenze ihrer Verbreitung noch nicht gehörig ermittelt.

§. 808. An den Grenzen von je zwei Gebieten kommen zwar Mengungen vor, doch sind diese nur sehr unbedeutend, und es kann nirgends eine Ungewißheit von mehr als einer halben Stunde Weges über die Fixirung der Grenzen sein. Die einzelnen Gebiete sind demnach durchaus unabhängig von einander und dieselbe Unabhängigkeit zeigt sich in der Vertheilung der Blöcke innerhalb der Gebiete. Jedes Gestein hat seinen eigenen Verbreitungsbezirk, und namentlich wiederholt sich auch hier in der ebenen Schweiz das oben von den Alpenthälern angeführte Gesetz, daß die Felsarten nicht von dem einen Ufer des Gebietes auf das andere übergehen. So wird man die Puddinge von Valorsine, die Euphotide von Saas nur auf dem linken (südlichen und westlichen) Ufer des Rhonegebietes, ihrer Lagerstätte entsprechend, ein auf dem rechten Ufer längs der inneren Grenze des Fächers finden. Es ist diese Thatsache, welche sich in allen anderen Gebieten wiederholt, sehr wesentlich für die Erklärung der Ursache, welche die Findlinge fortschaffte, indem sie beweist, daß selbst in den äußerst engen Thalschluchten, durch welche die Blöcke hervorkamen, um sich über die Ebene zu zerstreuen, keine Vermischung derselben statthatte.

§. 809. Die Blöcke erheben sich indeß noch auf eine bedeutende Höhe an den Gehängen des Jura, und hier findet sich, der Gesteine wegen, auf denen sie ruhen, sowie auch in Folge der Erhebung des Jura's selbst, eine Menge von Eigenthümlichkeiten, die einer näheren Beleuchtung bedürfen.

Die verticale Vertheilung der Blöcke ist Gegenstand vieler Unter-

Digitized by Google

suchungen, namentlich im französischen Theile des schweizerischen Jura's gewesen, und man hat gefunden, daß sie eine bestimmte Höhengrenze einnehmen, die einen Bogen bildet, dessen höchster Punkt der Mündung des Thales, aus welchem sie hervorkamen, gegenüberliegt. Bei den Rhoneblöcken namentlich ist diese Thatsache schon seit längerer Zeit bekannt. Hier findet sich der höchste Punkt an den Jurawänden hinter Yverdun und nach beiden Seiten senkt sich die Zone, um einerseits bei Genf, andererseits bei Solothurn das Niveau der Schweizerebene zu erreichen.

Das Niveau, welches die Blöcke bilden, hält sich auf dieselbe Weise auch in den Binnenthälern fest; die Blöcke sind hier bis auf dieselbe Höhe zerstreut; ja es kommt an einigen Stellen vor, wie z. B. im Val de Travers, daß der Hintergrund des Thales Blöcke hat, die von der Seite her über einen minder hohen Sattel gedrungen sind, während die Mitte des Thales keine solche Ansammlungen zeigt.

§. 810. Im Allgemeinen liegen die Blöcke auf der den Alpen zugewandten Seite der Juragehänge und in den Längsthälern, welche sich in dieser Kette hinziehen, meist nur auf der den Alpen zugewandten Seite und auf den Kämmen bis zum Rande des Absturzes. So zieht sich auf der Außenfläche des Jura's ein kleines Längsthälchen vom Bieler bis zum Genfer See hin, bedingt durch die Anschließung der Néocomienschichten an den eigentlichen Jurakalk; in dem Grunde dieses Thälchens finden sich nie Blöcke, dagegen etwas höher auf den Gehängen des Portlandkalkes eine große Menge, und ebenso auf der den Alpen zugekehrten Thallippe. Man bemerkt sogar, daß gerade auf den Thallippen, am Rande des Absturzes, die Anhäufungen manchmal bedeutender sind, als an den einförmigen Gehängen.

§. 811. Die mineralogische Beschaffenheit der Blöcke wechselt je nach der verticalen Vertheilung derselben. Es gilt hier als allgemeines Gesetz, daß eine Felsart um so höher ansteigt an dem Jura, je höher sie in den Alpen ansteht, oder, mit anderen Worten, daß die Höhenzone eines Gesteines am Jura im Verhältniß zu seinem Lagerorte in den Alpen steht. So finden sich in den Rhoneblöcken viele ausgezeichnete Felsarten, die überall leicht erkannt werden können: die Protogyne vom Montblanc, die Euphotide von Saas, die Puddinge von Valorsine, die Alpenkalke von dem Eingange des Wallis. In derselben Ordnung, wie sie sich der Höhe nach in den Alpen reihen, trifft man auch diese Felsarten. Die höchste Zone ist nur von Protogynen und talkigen Graniten gebildet; weiter unten treten Euphotide dazu; die so leicht kenntlichen Puddinge von Valorsine steigen nur wenig über das Niveau der Ebene an und die Kalkblöcke haben den Jura nur selten erreicht, sondern sind nur auf der waadtländischen Ebene, näher an den Alpen zu finden.

Digitized by Google

Die Blöcke im Jura liegen meist frei, unmittelbar auf dem Kalkfelsen §. 812.
und von diesem nur durch eine sehr dünne Schicht feinen Sandes getrennt. In Depressionen und kleinen Thalvertiefungen aber zeigen sie sich, wie in der Ebene, in regellosen Anhäufungen von Blöcken jeder Größe, Rollsteinen, die geritzt sind, und Sand vergraben. In den Jurathälern, wo Molasse und neuere Süßwasserkalke oder auch geschichtete Kiesmassen sich finden, werden sie ebenfalls über allen diesen Bildungen auflagernd angetroffen.

Geschliffene Felsflächen, auf welchen geradlinige scharfe Streifen einge- §. 813.
ritzt sind, begleiten überall auf dem Jura die Findlingsblöcke. Sie zeigen sich hier sogar in großem Maßstabe, als helle Spiegelflächen, die sich über weite Strecken hinziehen; ja man kann mit vollem Rechte sagen, daß die ganze den Alpen zugekehrte äußere Fläche des Jura's polirt sei, und daß man nur ausnahmsweise diese Politur mit ihren charakteristischen Streifen nicht treffe. Die Politur am Jura hält dieselbe Höhengrenze ein, wie die höchsten Blöcke; sie geht nicht über dieses Niveau hinaus. Aus dieser engen Verbindung der Schlifflächen mit den Blöcken im Jura und in den Alpen geht aber wohl unzweifelhaft hervor, daß dieselbe Kraft, welche die Blöcke transportirte, auch die Felsen glättete und ritzte; sowie sich aus der Aehnlichkeit der Erscheinungen in beiden Gebirgsketten schließen läßt, daß dieselbe Ursache, welche in den Alpen wirkte, auch die Erscheinungen im Jura bedingte.

In Großbrittannien zeigt sich das erratische Phänomen in beson- §. 814.
ders großartiger Weise in Schottland und Wales, weniger in dem eigentlichen England und Irland. In den meisten Thälern der genannten Hochländer finden sich unregelmäßig geschichtete Massen von Schlamm und Kies mit großen Blöcken, die alle abgerundet und allseitig geglättet und geritzt sind. In diesem sogenannten Till finden sich seltene Säugethierknochen und Muschelfragmente. Ueber diesen geschichteten Ablagerungen zeigen sich an vielen Stellen förmliche Längs- und Querwälle, namentlich in den Hochthälern, worin aber ebenfalls meist nur gerundete und geritzte Blöcke vorkommen. Kantige Blöcke finden sich nur auf der äußersten Oberfläche und zwar hauptsächlich nur auf der Ostseite der schottischen Küste. Ihrer mineralogischen Beschaffenheit nach scheinen diese aus Norwegen zu stammen.

Die polirten Rundhöcker, geritzten und gestreiften Flächen zeigen sich in größter Ausdehnung und zwar erscheinen die meisten schottischen und wälischen Berge sowie die irischen Höhen bis auf den Gipfel abgerundet, polirt und gestreift, so daß eine Höhengrenze der Rundhöcker, wie diese in den Alpen existirt, nicht nachgewiesen werden kann.

Merkwürdiger Weise findet sich in einigen Flußmündungen Schottlands, §. 815.

Digitized by Google

namentlich an der Mündung des Clyde, eine eigenthümliche, zum Till gehörige Ablagerung von feinem Schlamm und Sand, in welchem eine große Menge von Muscheln vorkommt, die jetzt nicht mehr in dem benachbarten Meere leben, sondern nur in kälteren Breiten, an den Küsten des arktischen Meeres bei Spitzbergen, Grönland und Island sich finden. Die Ablagerung welche diese Muscheln beherbergt, hat offenbar dasselbe Alter, wie die Blöcke, und es scheint aus dieser Beobachtung hervorzugehen, daß zur Zeit der Blockausstreuung in dem westlichen Schottlande eine Temperatur herrschte, welche derjenigen analog war, die sich jetzt in dem nordischen Eismeere findet.

§. 816. Die Erscheinungen des erratischen Gebildes setzen sich in den Pyrenäen aus denselben Elementen zusammen, wie in den Alpen. Auch hier finden sich in den meisten Thälern Rollsteine, mit eckigen Blöcken gemischt, Blockwälle von bedeutender Ausdehnung, aus regellosen Anhäufungen von Sand und Fragmenten aller Art gebildet und an vielen Stellen sehr ausgeprägte Rundhöcker mit geschliffenen und geritzten Flächen, die durchaus denen der Alpen gleich sind. Wodurch sich aber diese Erscheinungen wesentlich von denen der Alpen unterscheiden, dies ist der Umstand, daß an dem Ausgange der Thäler die letzten Gerölle sich mit den geschichteten Rollsteinablagerungen der Ebene vermischen und daß die Findlinge nicht über die Ebenen zerstreut sind, sondern nur bis gegen die Thalmündungen hin sich finden. Die Kraft, welche die Findlinge zerstreute, war demnach in den Pyrenäen in weit geringerer Mächtigkeit wirksam, als in den Alpen.

§. 817. In den Vogesen wurden durchaus dieselben Erscheinungen wahrgenommen. In vielen Thälern und namentlich in den Thälern von Giromagny und St. Amarin finden sich mehrfache concentrische Querwälle von Schuttanhäufungen, und der Boden der Thäler ist mit Geröllen bedeckt, welche die charakteristischen Streifen und Ritzen tragen. Rundhöckerformen zeigen sich ebenfalls — Politur und Streifen daran sind an vielen Orten vortrefflich erhalten, wie namentlich am Glattstein, bei Wildenstein u. s. w. Mehre der genannten Localitäten in den Vogesen zeigen die höchste Uebereinstimmung mit den Alpenthälern. Bis gegen Wesserling hin finden sich nur geritzte Gerölle, die in den südlichen Vogesen, wo sie weggespült wurden, fehlen.

§. 818. In dem Schwarzwalde finden sich ähnliche Erscheinungen wie in den Vogesen, wenn gleich in mancher Hinsicht, wie es scheint, weniger deutlich ausgeprägt. Auch dort finden sich, entweder frei am Tage liegend, oder nur mit Dammerde, zuweilen auch mit Torf bedeckt, Gerölle, deren Größe thalaufwärts zunimmt. Diese Gerölle decken meist die Thalgründe, oft bis zu bedeutender Tiefe, da man bis zu 50 Fuß Tiefe zuweilen noch

Digitized by Google

nicht festen anstehenden Fels fand. An einzelnen Stellen trifft man geglättete und geritzte Gerölle, aber nur in den höchsten Thälern solche mit erhaltenen Ecken und Kanten. Schutt-Wälle, wie in den Alpen, wo regellos durcheinandergeworfene Blöcke aller Größen wahre Quer- und Längsdämme bilden, finden sich nur an wenigen Stellen, wie namentlich in dem Oos-Thale in der Nähe von Baden-Baden. Abgerundete, geglättete und polirte Felsen finden sich, nach den bisherigen Beobachtungen, nur in geringer Menge im Schwarzwalde und nur bis zu geringer Erhebung über der Thalsohle — Streifen und Ritzen sollen ihnen fehlen.

§. 819. Der Löß ist eine eigenthümliche Ablagerung von feinem, gelblich grauem, weichem Thone, mit Kalk und feinem Kieselsande gemengt, der im ganzen Rheinthale sowie in den Zuflüssen desselben verbreitet ist und eine Menge von Schnecken und Muscheln enthält, welche Arten entsprechen, die noch jetzt in kälteren gebirgigen oder waldigen Gegenden wohnen. Oft findet man in ihm eigenthümliche Kalkconcretionen (Lößkindel) und Säugethierzähne, Elephanten- und Hirschknochen, die indeß aus älteren Ablagerungen herzustammen scheinen. Der Löß ist die neueste Formation des Rheinthales, er entspricht offenbar derselben Zeit, wo in der Schweiz die Findlingsblöcke zerstreut wurden und es ist nicht unwahrscheinlich, daß die bedeutenden Lößmassen, die bis zu 600 Fuß Meereshöhe ansteigen, und zuweilen 60 bis 100 Fuß Mächtigkeit haben, eine detritische Masse aus jener Zeit sind, wo die Gletscher in der Schweiz eine so gewaltige Ausdehnung erreicht hatten.

§. 820. In Südamerika hat man in der Umgebung der Cordilleren Ausstreuungen von Findlingen beobachtet. In Patagonien kommen sie in großer Menge auf den geneigten Ebenen der Pampas bis etwa zu 100 Meilen Entfernung vom Fuße vor; im Feuerlande, in der Umgebung der Magellans-Straße und auf der Insel Chiloe zeigen sich gewaltige eckige Blöcke, die an vielen Orten mit thonigen, lehmigen und sandigen Ablagerungen wechseln, in welchen sich Muscheln finden, die denjenigen vollkommen gleichen, welche noch jetzt in demselben Meere leben. Die großen eckigen Blöcke, die auf der Insel Chiloe von den gegenüberliegenden Cordilleren des Festlandes stammen, liegen theils in diesen geschichteten Anschwemmungen selbst begraben, theils ruhen sie auf denselben. Sie finden sich bis zu 200 Fuß über dem Meere.

§. 821. Die erratischen Erscheinungen des Nordens bieten einige eigenthümliche Erscheinungen dar, die theils auf ihrer Verbreitung über ungemein große Erstreckungen fast horizontaler Ebenen, theils auch darauf zu beruhen scheinen, daß ein großer Theil dieser Länder während der erratischen Zeit unter Wasser gesetzt war und diejenigen Ablagerungen, welche

Digitized by Google

in der Umgegend der Alpen sich auf der freien Oberfläche bildeten, dort auf dem Meeresgrunde statthatten.

Die Rundhöcker mit ihren Ritzen und Streifen sind auf den Gneißhügeln Schwedens und Finnlands, die nur geringe Undulationen eines weiten Plateau's bilden, in großem Maßstabe entwickelt. Die Oberfläche dieser Hügel ist vollkommen polirt, und meist sind die elliptischen Vorragungen, welche von ihnen gebildet werden, längs der Linie der Streifen geordnet. An anderen Hügeln unterscheidet man eine Stoß- und eine Leeseite; der eine Abhang des Hügels nämlich, der nach der Seite hingeht, woher die Streifen kommen, ist wohl gerundet und gestreift, der andere, der von der Seite abgewendet ist, rauh und unpolirt. Die Streifen folgen, mit geringer Abweichung, ziemlich derselben Richtung; meistens von Nord-Nord-West nach Süd-Süd-Ost; doch bemerkt man im Süden Schwedens eine mehr südliche, in Finnland und Nordschweden eine mehr östliche Richtung und im Norden von Lappland laufen die Streifen sogar nach Norden, so daß dadurch, sowie durch die in Norwegen bestehenden Streifen, die nach Westen gerichtet sind, ein Fächer gebildet wird, der das Kjölen-Gebirge zum Mittelpunkte hat, ganz so wie die Streifen in den Alpen sternförmig von diesen ausstrahlen.

§. 822. Die Ritzen und Streifen erstrecken sich in Schweden und Finland so weit, als die krystallinischen Gesteine gehen, während die darüber aufgehäuften erratischen Massen weit nach Süden über die Ostsee hinaus sich erstrecken und einen großen Bogen bilden, der auf dem Continente, in Holland bei Gröningen beginnt, sich durch Westphalen und Hannover, in einiger Entfernung vom Nordrande des Harzes hinzieht, durch Schlesien und Polen südlich von Breslau und Warschau nach Tula, fast in gerader Richtung von West nach Ost fortgeht, bei Tula aber umbiegt, um in nordöstlicher Richtung gegen die nördliche Spitze des Urals sich hinzuziehen.

In der ganzen Erstreckung nördlich von diesem Bogen, der in gewisser Beziehung eine vergrößerte Figur der schwedischen Halbinsel bietet, finden sich mächtige Sand und Geröllager, zum Theil geschichtet mit Schnecken und Muscheln hie und da vermengt, die alle noch lebenden Arten angehören, welche die nordischen Meere bewohnen und in welchen eine große Menge eckiger Findlingsblöcke abgelagert sind, die namentlich an der Oberfläche des Depôts zunehmen. Die Blöcke im nördlichen Rußland vom Onega-See an westlich, stammen alle aus Finnland und von den Umgebungen des Onega; die in Preußen und Polen zeigen Gemenge von finnischen und schwedischen Gebirgsarten; letztere nehmen immer mehr nach Osten hin zu, und in Holstein, Friesland und Holland stammen sie alle aus Schweden und Norwegen, bis endlich an der Ostküste Englands und Schottlands nur norwegische Felsarten sich finden. Durch diese Verbreitung wird also

Digitized by Google

auch von Neuem erwiesen, daß Scandinavien der Mittelpunkt der Zerstreuung dieser Blöcke bildet und daß die Kraft, welche die Blöcke ausstreuete, nicht vom Nordpol ausging, sondern von dem Kamme der scandinavischen Alpen.

Unter einer eigenthümlichen Form stellen sich die Blockwälle in Schwe- §. 823.
den dar. Sie heißen hier Oesar, und bilden lange, oft hundert und mehr Fuß hohe Sandwälle, die durchaus vollkomen nivellirt und oft so regelmäßig sind, daß sie wie natürliche Sandwälle zu Kunststraßen benutzt werden. Sie bestehen hauptsächlich aus meist regellos durcheinandergeworfenen Massen von Sand und Gries, in und auf welchem Blöcke in großer Menge ruhen. Die Richtung dieser Oesar in Schweden scheint in ähnlicher Weise durch die erratische Kraft bedingt zu sein, wie die der Blockwälle in den Schweizerthälern; sie unterscheiden sich indeß wesentlich von diesen durch Spuren von Schichtung und durch die relative Seltenheit eckiger Blöcke, die nur in geringer Zahl in den Oesars vorkommen. Man hat in dem Rheinthale bei Reichenau, bei Chur und im Klönthal ähnliche Oesars gefunden, welche hier conische Hügel mit elliptischer Basis bilden, deren Längenaxe der Stromrichtung parallel läuft und die thalabwärts sich sanft abflachen. Ihre Contouren sind abgerundet; ihre Hauptmasse aus feinem Sande gebildet, der Schichtungsspuren zeigt und mit großen Blöcken untermischt ist. Wahrscheinlich sind diese Oesars des Nordens, wie des Rheinthales und vieler anderen Localitäten, zuerst in regellosen Massen abgelagert und später durch den Einfluß des Wassers geschichtet und geordnet worden.

Die Erklärung der erratischen Phänomene hat von jeher die Geologen §. 824.
mannichfach beschäftigt, und man könnte eine große Reihe mehr oder minder scharfsinniger Hypothesen aufführen, welche ersonnen wurden, um die Zerstreuung so gewaltiger Felsblöcke über bedeutende Strecken begreiflich zu machen. Die Untersuchungen der jüngsten Zeit, welche vorzugsweise diese Erscheinungen zum Gegenstande sich wählten, haben die meisten dieser Theorien in das Reich der Unmöglichkeiten verwiesen und es sind von allen jetzt nur noch zwei übrig geblieben, die sich schroff gegenüberstehen. Um das Gewicht der Gründe, welche für die eine wie für die andere dieser Ansichten sprechen, gehörig hervorheben zu können, ist es nöthig, dieselben in zwei Abtheilungen zu bringen, indem wir einerseits die Erscheinungen, welche sich im Inneren und im nächsten Umkreise der Bergketten, namentlich in der Nähe der Alpen zeigen, näher in's Auge fassen und nachher auf die in dem Norden beobachteten Thatsachen und die daraus gezogenen Schlüsse übergehen.

Der Meinung einiger Forscher zufolge war das Vehikel, welches die §. 825.
Findlingsblöcke von den Alpen aus in allen Richtungen umherschleuderte,

Digitized by Google

von gewaltigen Schlammströmen gebildet, welche zu gleicher Zeit aus dem Grunde aller Thäler hervorbrachen, Felsstücke, Kiesmassen, Schlamm, Sand und Rollsteine mit sich wälzend, und deren Geschwindigkeit so ungeheuer war, daß die Felsblöcke nicht auf dem Boden fortgerollt, sondern schwimmend getragen wurden bis zu den Orten, wo man sie jetzt findet. Betrachtet man die Höhenlinie der Schlifflächen und der Findlingsblöcke in den Alpen als die obere Grenzlinie dieser Schlammströme, welche die Thäler hindurch sich wälzten, und die Höhenlinie an dem Jura, so ergiebt sich, daß in den Alpen diese Linie oft bis 3000 und mehr Fuß Höhe über dem Thalgrunde sich hinzieht und daß sie auch noch im Jura mehr denn 2000 Fuß Höhe über der Fläche der Ebene erreicht. Die Geschwindigkeit der Ströme hängt von zwei Bedingungen ab; von der Neigung des Flußbettes und von dem Volumen der Wassermasse. Je größer dieses letztere, desto bedeutender die Geschwindigkeit, wenn auch die Neigung dieselbe bleibt, so daß ein Bach bei 1 bis 2 Minuten Neigung fast stille steht, während der Rhein, bei demselben Falle, eine reißende Strömung darbietet. Ein Schlammstrom von 3000 Fuß mittlerer Tiefe, der oft mehr als eine Viertelstunde Breite hatte und dessen Fall zwischen 12 bis 40 Minuten wechselte, mußte eine ungeheure Geschwindigkeit erreichen und der erstaunlichsten Wirkungen fähig sein. Die Felsen auf seinem Grunde und seinen Seiten mußten durch die rasch darüber hingeführten Gerölle abgenutzt und geschliffen werden, die eckigen Blöcke konnten, bei der großen Schnelligkeit, mit welcher sie fortgeführt wurden, einander nicht abrunden, sondern wurden so abgesetzt, wie sie losgesprengt worden waren. Da die Blöcke in der kurzen Zeit, binnen welcher sie hinübergeführt wurden, nur wenig innerhalb des Schlammstromes sich senken konnten, so vermengten sie sich auch nicht und die an niederen Felsen losgerissenen Stücke, wie die Kalksteine und Puddinge, erreichten auch eher den Boden, als die von den höchsten Gipfeln stammenden krystallinischen Gesteine. Die Schlammströme, welche man jetzt zuweilen noch in den Hochalpen nach heftigen Regengüssen beobachtet (Nants sauvages in Savoyen genannt), zeigen die Eigenthümlichkeit, daß die von ihnen mitgerissenen Steine zu beiden Seiten des Baches im Niveau seiner Oberfläche in Längslinien abgelagert werden, welche im Kleinen die Längswälle wiederholen, die man in den Alpenthälern beobachtet. Die Entstehung solcher gewaltiger Schlammströme hatte wahrscheinlich, nach den Ansichten Einiger, in der plötzlichen Erhebung der Alpen ihren Grund und aus der Zersplitterung und Zersprengung der Gebirge ist die große Menge von Findlingsblöcken begreiflich, welche von den durch die Erhebung bedingten Schlammströmen mitgeschleppt wurden. Es ist wahrscheinlich, daß die Erhebung der Hauptalpenkette nicht aus einem flachen Lande hervorging,

Digitized by Google

ſondern daß ſchon eine Bergkette von bedeutender Höhe vorher beſtand, welche mit Gletſchern bedeckt war, ſo daß bei der Zerſplitterung dieſer Gletſcher die Eisſtücke als natürliche Flöße dienten, auf welchen theilweiſe die Felsblöcke weggeflößt wurden. Die Beobachtung der Zonen von Blöcken an dem Jura ſpricht ebenfalls für dieſe Anſicht; die größeren Höhen der Zonen unmittelbar der Thalmündung gegenüber und das allmähliche Abfallen derſelben nach beiden Seiten verhält ſich ganz ſo, wie wenn ein Strom mit gewaltiger Geſchwindigkeit gegen den Jura angeprallt wäre, und dann nach beiden Seiten hin ſich verlaufen hätte.

§. 826. Nach der Anſicht vieler anderer Forſcher waren die Gletſcher, welche jetzt den Hintergrund nur der höchſten Alpenthäler erfüllen, einſt weit ausgedehnter als jetzt, ſie erſtreckten ſich nicht nur auf die Ebene, ſondern erfüllten dieſe auch bis zum Jura. Die großen eckigen Findlingsblöcke wurden auf dem Rücken dieſer Gletſcher in die Ferne getragen, ganz ſo, wie dies auch jetzt noch geſchieht; die runden Blöcke, die Rollſteine unter der Sohle des Gletſchers, zwiſchen dieſen und dem Felsgeſteine, abgerundet, theilweiſe ſelbſt zu Sand gerieben und auf einer oder mehren Flächen geritzt. Die Felsflächen, auf welchen der Gletſcher ſich bewegte, wurden unter dem Drucke einer ſo ungeheuren Maſſe mittelſt des Sandes, der ſich zwiſchen Gletſcherſohle und Fels befand, abgerundet, geglättet und durch härtere, mitgeführte Quarztheilchen in der Richtung der Gletſcherbewegung geſtreift und geritzt. So lange die Gletſcher ſo hoch ſtanden, daß ſie die obere Grenze der in den Alpenthälern befindlichen Höhenlinien und die obere Blockzone erreichten, ſo lange konnten nur Blöcke aus den größten Höhen der Alpen auf dem Gletſcher fortgeſchafft werden, da die in niederen Gegenden anſtehenden Geſteine von dem Eiſe überfluthet waren; allmählich im Maße, als ſich die Gletſcher zurückzogen, konnten auch dieſe ihre Trümmer auf die Gletſcherfläche ſtreuen, und ſo erklärt ſich auf das Leichteſte die verticale und horizontale Vertheilung der Blöcke je nach ihren mineralogiſchen Charakteren.

§. 827. Dieſe Anſicht, welche man jetzt allgemein mit dem Namen der Gletſchertheorie belegt, ſtützt ſich hauptſächlich auf das genauere Studium der Gletſcher und ihres Verhaltens. Sie ſtützt ſich darauf, daß die Felstrümmer, die noch heute auf die Gletſcher fallen und die oft ebenſo bedeutende Dimenſionen beſitzen, als die Findlingsblöcke auf dem Rücken derſelben mit Beibehaltung ihrer Ecken und Kanten in's Thal geſchafft und dort in Form von Schuttwällen abgeſetzt werden, die man Moränen genannt hat. Dieſe Gletſchermoränen dehnen ſich als lange Wälle zu beiden Seiten des Gletſchers hin (Seitenmoräne) und vor dem Thalende der Gletſcher bilden ſie ebenfalls einen Schuttwall, der quer im Bogen durch das Thal zieht und in dieſer Geſtalt zurückgelaſſen wird, wenn der

Digitized by Google

Gletscher sich zurückzieht. Diese Moränen haben ganz dasselbe unregelmäßige Ansehen, sind ebenso aus Bruchstücken von jeder Größe zusammengesetzt, wie die Schuttwälle, die man entfernt von den Gletschern in den Alpenthälern trifft, und welche deshalb als alte Moränen angesehen werden müssen.

§. 828. Ferner ist es jetzt eine erwiesene Thatsache, daß überall die Sohle der jetzigen Gletscher von abgeschliffenen, geritzten und gestreiften Flächen gebildet wird und daß die Gletscher wirklich diese Schliffe hervorbringen, ist ebenfalls ein Resultat der Beobachtung. Ebenso findet man nur am Fuße der Gletscher und unter denselben solche polirte, geritzte und gestreifte Rollsteine, wie die sind, welche den Grund der Alpenthäler ausfüllen und deren Verbreitung über die ebene Schweiz bis zum Jura wir verfolgt haben. Man kennt bis jetzt kein anderes Agens in der Natur, welches Rundhöcker und gestreifte Schliffflächen hervorgebracht hätte; die Schliffe, welche vom Wasser herrühren, sind ungleich, matt und ohne Ritze. Ebenso hat man bis jetzt gestreifte Gerölle auch nur unter Gletschern hervorgebracht gefunden; das Wasser rundet die Gerölle zwar auch ab, ritzt sie aber nicht und die geritzten Gerölle verlieren im Gegentheile ihre Streifen sehr bald, wenn sie von Wasserströmen fortgewälzt werden. Halbmondförmige Schuttwälle, die quer durch das Thal ziehen, werden ebenfalls nur von Gletschern abgesetzt und wenn auch die Nants sauvages, die Schlammströme und Bergwasser Blöcke zu beiden Seiten ihres Ufers wellförmig anreihen, so hat man noch nie beobachtet, daß sie ihrem Laufe solche Dämme, deren Convexität thalabwärts schaut, entgegensetzen, während die Zurücklassung solcher Endmoränen durch die Gletscher bei ihrem Rückzuge täglich in den Alpen beobachtet werden kann.

§. 829. Die Anhänger der Gletschertheorie schließen demnach durchaus folgerecht, daß überall, wo Rundhöcker, geritzte Schliffflächen, geritzte Rollsteine mit Findlingsblöcken vergesellschaftet vorkommen, auch Gletscher früher waren, welche diese Erscheinungen in ihrer gemeinschaftlichen Verbindung hervorbrachten, und da diese sich überall bis zum Jura zeigen, so behaupten sie die frühere Existenz ungeheurer Gletscher, welche die Alpenthäler und die ebene Schweiz ausfüllten, und am Jura bis zur oberen Blockzone anstiegen. Die Vertheilung der Blöcke je nach den verschiedenen Thälern erklärt sich dadurch sehr gut; jeder Gletscher führte seine eigenthümlichen Gesteine mit sich und Rhone-, Aar-, Reuß-, Linth- und Rhein-Gletscher berührten sich an ihren Grenzen, wo die von ihnen weggeführten Blöcke sich mischen konnten, aber nur in sehr geringer Ausdehnung. Ebenso erklären sich die eigenthümlichen Verbreitungszonen eines jeden Gesteines, sowie die Nichtmischung derselben von einem Ufer zum andern nur durch die Gletschertheorie; da beim Herausstürzen eines Stromes durch eine enge Schlucht nothwendig mischende Wirbel entstehen mußten.

§. 830. Die Gründe, welche man nach und nach gegen diese Theorie vorbrachte, wurden allmählich durch Thatsachen weggeräumt, und jetzt stützen sich die Gegner der Gletschertheorie hauptsächlich nur noch darauf, daß selbst die ebensten der heutigen Gletscher einen Fall von 2 bis 3 Graden haben, während die so ausgedehnten erratischen Gletscher nur höchstens einen Fall von 20 bis 40 Minuten gehabt hätten. Dieser Einwurf ist indessen un-

Digitized by Google

gegründet, da auf die Gletſcher dieſelben Geſetze ihre Anwendung finden müſſen, welche bei den Strömen gelten, und wenn auch die Gletſcher nur durch die Schwere ſich bewegen ſollten, doch eine Neigung von ſo geringer Höhe hinreichend ſein würde, eine ſo ungeheure Maſſe, wie die erratiſchen Gletſcher waren, fortzubewegen. Man hat ferner gefunden, daß eine ſolche Herabſtimmung der Temperatur, wie ſie zur Erzeugung ſo ausgedehnter Gletſcher in der Schweiz nöthig war, in ſchreiendem Widerſpruche ſtehe mit den Thatſachen, welche uns in der tertiären Periode ein tropiſches Klima in der Schweiz erkennen laſſen, wo Palmen wuchſen und Muſcheln der Tropengegenden lebten. Der Contraſt iſt freilich grell; allein noch andere Erſcheinungen ſprechen für die wirkliche Exiſtenz eines ſolchen kälteren Klima's zur Zeit der erratiſchen Epoche. Ueberdies müſſen die Thatſachen in den Naturwiſſenſchaften ſtets als erſter und letzter Prüfſtein dienen und ſo lange die erratiſchen Erſcheinungen in der Schweiz nur mit den jetzt an den Gletſchern beobachteten Thatſachen übereinſtimmen, ſo lange müſſen auch gleiche Urſachen für ſie erſchloſſen werden. Erſt wenn man noch andere Agentien aufgefunden haben wird, welche ebenfalls Rundhöcker, Schliffflächen mit Streifen und Ritzen, geritzte Gerölle und Findlingsblöcke in Gemeinſchaft erzeugen, erſt dann kann die Exiſtenz der erratiſchen Gletſcher in der Schweiz in Frage geſtellt werden.

§. 831. Dieſelben Schlüſſe, welche in der Schweiz gelten, müſſen auch in anderen Gebirgen ihre Anwendung finden, wo dieſelben Erſcheinungen beobachtet werden, wenn auch dieſe Gebirgszüge jetzt keine Gletſcher mehr beſitzen. Die erratiſchen Phänomene der Pyrenäen, der Vogeſen, des Schwarzwaldes, des Erzgebirges, der ſchottiſchen, engliſchen und iriſchen Gebirge ſind demnach ebenſo gewiß Gletſchern zuzuſchreiben, als diejenigen der Schweiz. Jedes dieſer Gebirge bildete in der erratiſchen Zeit einen Mittelpunkt, von deſſen Höhen aus ſich Gletſcher durch die Thäler erſtreckten, ganz ſo wie dies jetzt noch der Fall iſt in den Alpen, und die Grenzen der eben angeführten Erſcheinungen, welche im Gefolge der Gletſcher ſich finden, ſtecken auch hier die Grenzen ab, bis zu welchen man die Erſtreckung der Gletſcher in den genannten Bergketten anzunehmen hat.

§. 832. Im Norden unſeres, ſowie des amerikaniſchen Continentes zeigen die erratiſchen Erſcheinungen eine eigenthümliche Phyſiognomie, und wie es ſcheint, müſſen hier zur Erklärung der beobachteten Thatſachen noch andere Hilfsmittel angerufen werden. Wir haben oben bemerkt, daß die Streifen der polirten Flächen in Scandinavien eine Richtung zeigten, welche das Kjölen-Gebirge als Mittelpunkt bezeichneten, von welchem aus die bewegende Kraft ihren Urſprung nahm, und daß die Streifen in Finnland bewieſen, wie dieſe bewegende Kraft über den Bothniſchen Meerbuſen herübergekommen ſei. In dem ganzen Gebiete der ſcandinaviſchen Halbinſel, ſowie auf Finnland, zeigen ſich demnach alle Erſcheinungen, welche für die Exiſtenz alter Gletſcher ſprechen — Rundhöcker, polirte und geritzte Flächen mit Geröllen und eckigen Blöcken darüber, und es muß ſomit auch folgerecht angenommen werden, daß dieſe Länder ebenſo gut wie der nordamerikaniſche Continent bis unterhalb der Seen von ungeheuren Gletſchermaſſen bedeckt waren.

Digitized by Google

Wenn indeß auf der einen Seite angenommen werden muß, daß überall, wo Rundhöcker und Schliffflächen ſich zeigen, auch Gletſcher einſt auf dem Boden laſteten, ſo zeigen die alljährlichen Vorkommniſſe im Norden, daß Blöcke und Gerölle auch auf andere Weiſe, nämlich durch Eisflöße, können weggeſchafft werden. An den Küſten des ſibiriſchen und nordamerikaniſchen Eismeeres, an dem weißen Meere werden alljährlich beim Eisgange große Mengen kleinerer und größerer Blöcke, im Eiſe eingebacken, fortgeflößt und meiſt ſtellt ſich die Mehrzahl dieſer Blöcke in Reihen längs der Flußmündungen auf, dort wahre Längswälle bildend. Eine große Menge von Blöcken wird in's Meer ſelbſt geflößt und ſtrandet an den Küſten oder fällt irgendwo durch Zerſtörung des Eiſes, welches ſie trägt, zu Boden. Es findet ſich demnach an den Küſten der Eismeere ein Transportmittel für die Blöcke, welches dem Feſtlande abgeht, nämlich die Eisflöße.

§. 833. Berückſichtigt man nun die Thatſache, daß der Sand, Kies und Gerölle, auf und in welchem die Findlingsblöcke Finnlands, der norddeutſchen Ebene und ganz Rußlands faſt abgelagert ſind, geſchichtet iſt, daß die Oſar Spuren von Schichtung darbieten, daß eine Ablagerung von Sand und Lehm noch weiter nach Süden dringt, als die Blöcke, deren ſüdliche Grenze wir eben angaben; daß dieſe Lehmablagerungen offenbar den Charakter meeriſcher Depôts an ſich tragen: daß in den Sand-, Kies- und Lehmablagerungen ſich an vielen Orten, in Schottland, Schweden und Rußland foſſile Muſcheln finden, welche jetzt noch in den Eismeeren der nördlichen Zone leben — faßt man alle dieſe Thatſachen mit der durch die Schliffflächen erwieſenen größeren Ausdehnung der Gletſcher zuſammen, ſo ergiebt ſich wohl der Schluß, daß alle genannten Gegenden während der erratiſchen Epoche, die offenbar ſehr lange dauerte, ſich durchaus in denſelben Verhältniſſen befanden, wie jetzt die Ufer des Polarmeeres; daß Großbrittannien großentheils und Scandinavien gänzlich von Gletſchern bedeckt war, die bis in's Meer hinabſtiegen, und daß die erratiſchen Ebenen von Deutſchland, Rußland und Sibirien von einem Polarmeere bedeckt waren, auf deſſen Grunde die Sand- und Kiesmaſſen ſich ſchichteten, und die Eisflöße mit ihren Findlingen ſtrandeten. Der Boden dieſes alten Polarmeeres hob ſich nun allmählich empor und von der ganzen weiten See, welche die Nordſee mit dem weißen Meere verband und Scandinavien allſeitig umfluthete, wie Spitzbergen jetzt vom Eismeer umfluthet iſt, blieb nur die Oſtſee übrig. Dieſe allmähliche Erhebung des Bodens dauert in Schweden noch jetzt fort; man hat mit vollkommener Beſtimmtheit nachgewieſen, daß in hiſtoriſcher Zeit daſſelbe ſich aus den Meere auf durchaus unmerkliche Art erhoben hat, und daß dieſe Erhebung dennoch bedeutend genug geweſen iſt, um genau gemeſſen werden zu können. Es zeigt ſich alſo auch hier, wie überall, die Periode der erratiſchen Erſcheinungen als diejenige, welche die hiſtoriſche Zeit einleitete und in dieſer ſelbſt ſich noch fortſetzt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

FORD UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD UN
ERSITY LIBRARIES · STANFORD UNIVERSITY L
ARIES · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES · S
Y LIBRARIES · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
S · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES · STANFOR
D UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD UNIVERSIT
NFORD UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD UN
VERSITY LIBRARIES · STANFORD UNIVERSITY L
RARIES · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES · S
H LIBRARIES · STANFORD UNIVER RARIES
STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES

550 .V886 C.1
Lehrbuch der Geologie und Petr
Stanford University Libraries
3 6105 032 196 789

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.

Digitized by Google

NFORD UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD UN
VERSITY LIBRARIES · STANFORD UNIVERSITY LI
RARIES · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES · ST
TY LIBRARIES · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
ES · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD
RD UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD UNIVERSITY
NFORD UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD UNI
VERSITY LIBRARIES · STANFORD UNIVERSITY LI
RARIES · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES · ST
TY LIBRARIES · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
ORD·UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD

550 .V886 C.1
Lehrbuch der Geologie und Petr
Stanford University Libraries
3 6105 032 196 789

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.

Digitized by Google

Digitized by Google